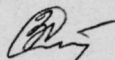


0- 779881

*На правах рукописи*



**Оглы Зоя Петровна**

**ВОДОРΟΣЛИ ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ  
ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ: СОСТАВ, СТРУКТУРА И  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ (НА ПРИМЕРЕ  
ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ)**

03.00.05 – «Ботаника»

03.00.16 – «Экология»

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

доктора биологических наук

81

Улан-Удэ 2009 г.

Работа выполнена на кафедре водного хозяйства и инженерной экологии ГОУ ВПО «Читинский государственный университет»

**Официальные оппоненты:**

доктор биологических наук, профессор **Пронин Николай Мартемьянович**

доктор биологических наук, профессор **Стом Дэвард Иосифович**

доктор биологических наук **Гончаров Андрей Анатольевич**

**Ведущая организация:**

ГОУ ВПО «Башкирский государственный университет»

Защита состоится «25» «декабря» 2009 г. в «10<sup>00</sup>» часов на заседании диссертационного совета Д 212.022.03 при Бурятском государственном университете по адресу: 670000 г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а, Бурятский государственный университет, конференц-зал  
Факс (3012)21-05-88, E-mail d21202203@mail.ru; OglyZP@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Бурятского государственного университета

Автореферат разослан «24» «ноября» 2009 г.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000621220

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук

Шорноева Н.А.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Восточное Забайкалье обладает меньшими относительно соседних районов Сибири и Дальнего Востока запасами воды. Разработка эффективной стратегии водохозяйственного обустройства региона предопределяет анализ водно-ресурсного потенциала, с целью водопотребления и управления качеством вод, повышения рыбной продукции, использования для рекреации (Гениатулин, 2004). Решение этих сложных задач невозможно без знаний основных принципов функционирования отдельных сообществ разных типов водных экосистем, что является неотъемлемой частью фундаментальных и прикладных задач ботаники и экологии.

Растительные сообщества, как часть биоресурсов, занимают ведущее место в водных экосистемах. Планктонные организмы, в том числе водоросли, считаются одними из самых древних обитателей Земли. Оценивая роль планктона, В.И. Вернадский (1960) назвал его самым грандиозным биоценозом нашей планеты. Планктонные водоросли являются первичным звеном трофической цепи, определяют ход процессов в водных экосистемах, производят 2/3 кислорода на Земле (Винберг, 1960; Эдхард, Сэжен, 1984; Одум, 1986; Саут, Уиттик, 1990). Биологическая продуктивность водных экосистем в целом определяется степенью утилизации солнечной энергии автотрофными организмами с последующей её трансформацией гидробионтами гетеротрофного типа питания. Кроме того, планктонные водоросли являются показателем качества вод водоёмов и водотоков: с одной стороны участвуя в процессах самоочищения (утилизирова растворенные органические вещества), а с другой – являются причиной вторичного биологического загрязнения и интоксикации природных вод (Горюнова, Дёмина, 1974; Гидробиология каналов..., 1976; Водоросли..., 1989; Барина и др., 2000).

В 1995 г. Россия ратифицировала Конвенцию о биологическом разнообразии, являющуюся основой устойчивого развития общества. Реализация решений конвенции шла по многим государственным программам, в которые вошли и исследования автора по биологическому разнообразию планктонных водорослей водных экосистем Забайкалья.

В соответствии с Конвенцией по охране всемирного культурного и природного наследия озеро Байкал в 1996 г. получило статус объекта всемирного наследия. Учитывая принципы российского законодательства (т.е. приоритет международных документов, ратифицированных Россией) Байкальская природная территория включает водосборную площадь, часть которой находится в Восточном Забайкалье.

Водные экосистемы Восточного Забайкалья изучены недостаточно, особенно это относится к растительному планктону. По некоторым из исследованных нами водоёмов и водотоков вообще не было биологических данных или они были очень скудными и разрозненными. Следует отметить, что изучение водных экосистем Восточного Забайкалья представляет значительный

интерес в силу ряда специфических черт данного региона: обширная внутриконтинентальная территория, определяющая наличие нескольких природно-климатических зон с большой амплитудой колебания абиотических факторов, здесь проходит главный (мировой) водораздел Северного Ледовитого и Тихого океанов.

**Цель и задачи исследования.** Целью работы является выявление флористического состава, основ структурно-функциональной организации растительных планктонных сообществ внутриконтинентальных водных экосистем Восточного Забайкалья, типизация и определение качества вод водоёмов и водотоков по этим показателям.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Выявить видовой состав планктонных водорослей разнотипных водных экосистем Восточного Забайкалья.
2. Провести анализ эколого-географической и пространственно-временной структур растительных планктонных сообществ исследованных водоёмов и водотоков Восточного Забайкалья.
3. Выявить основные природные факторы, влияющие на структуру растительных планктонных сообществ исследованных водных экосистем.
4. Исследовать основные составляющие первичного продуцирования в водоёмах Восточного Забайкалья.
5. Проанализировать изменение основных характеристик растительных планктонных сообществ в многолетнем аспекте.
6. Определить качество вод обследованных водоёмов и водотоков по растительным планктонным сообществам.

**Личный вклад автора.** Диссертационная работа является законченным исследованием, выполненным автором в течение 1976-2009 гг. Материалы диссертационной работы были получены при выполнении госбюджетных и хоздоговорных НИР, проектах федеральных и региональных целевых программ, по которым соискатель являлась ответственным исполнителем разделов и научным руководителем тем. Личный вклад автора состоит в постановке цели и задач исследований, выборе методов и отборе альгологического материала, постановке опытов «in situ», камеральной обработке, анализе и обобщении полученных материалов.

#### **Защищаемые положения:**

1. Структура растительных планктонных сообществ внутриконтинентальных водных экосистем Восточного Забайкалья определяется морфометрическими и сопряженными с ними гидрологическими характеристиками водоёмов и водотоков, а также гидрохимическими показателями.
2. Водоёмы и водотоки Восточного Забайкалья подвержены антропогенному эвтрофированию.
3. Природные условия Восточного Забайкалья обуславливают региональные особенности функционирования растительных планктонных сообществ в водоёмах: круглогодичное продуцирование органического вещества, фотосин-



тез, наблюдающийся до дна водоёмов и высокую фотосинтетическую активность биомассы водорослей.

4. При определении качества вод водных экосистем по отношению к органическому загрязнению по растительным планктонным сообществам следует использовать показатели структуры сообществ, причем приоритетнее использовать биомассу. Градации величин биомассы хорошо увязываются с категориями трофности, поскольку трофность водных объектов зависит от степени развития водорослей и, следовательно, отражает класс качества вод.

**Научная новизна.** В результате многолетних исследований определен и обобщен видовой состав, доминирующие виды, структура и сезонные изменения растительных планктонных сообществ 31-й водной экосистемы Забайкальского края, в том числе для 25-ти из них впервые. Впервые исследованы планктонные водоросли верховьев крупных рек Забайкалья – Шилки, Аргуни и Амура; Краснокаменского и Харанорского водохранилищ; 20 озёр и в том числе уникальных эфемерных содовых озёр Ульдза-Торейской бессточной котловины Зун-Торей и Барун-Торей, ультрапресных озёр северного Забайкалья - Большое и Малое Леприндо.

Эколого-флористическая ревизия позволила расширить видовой список водорослей и цианобактерий Забайкалья до 737 видов и разновидностей и дополнить его 439 новыми, не встреченными ранее в Забайкалье, видами.

Впервые приводятся эколого-географические сведения для водорослевых сообществ разнотипных водных экосистем Восточного Забайкалья.

Использование факторного анализа позволило установить основные факторы, влияющие на распределение водорослей в водоёмах и водотоках, провести картографирование планктонных растительных сообществ по их сходству на территории Восточного Забайкалья.

На основании полученных данных по структуре и функционированию растительных планктонных сообществ произведена типизация и дана оценка биологической продуктивности первичного трофического уровня водных экосистем.

Многолетние исследования Ивано-Арахлейских озёр, объявленных в 60-х годах XX в. по решению Лимнологического института СО АН СССР модельными для данного региона, а также оз. Кенон, позволили выявить особенности первичного продуцирования водоёмов Восточного Забайкалья и выделить антропогенный фактор как основную причину изменений в структуре растительных планктонных сообществ.

Впервые определено качество вод водоёмов и водотоков Восточного Забайкалья по первичному звену трофической цепи – растительным планктонным сообществам, в том числе трансграничных рек Аргунь и Амур и водоёмов, относящихся к водосборному бассейну объекта всемирного наследия оз. Байкал.

**Научно-практическая значимость.** Результаты научно-исследовательской работы вошли:

в государственные проекты: Федеральной целевой научно-технической программы (ФЦНТП) «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения» (проект №88 «Биоразнообразие водных экосистем Забайкалья», 1997-1998), Федеральной целевой программы «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997-2001 годы», имеющей статус президентской программы (ФЦП «Интеграция») (проект С 171 «Флора, растительность и растительные ресурсы Восточного Забайкалья», 2000-2001);

в Целевую программу Министерства природных ресурсов и экологии Забайкальского края «Региональный план действий по сохранению биологического и ландшафтного разнообразия территории Амурского бассейна в административных границах Читинской области на 2005-2010 годы»;

в окончательные отчеты СО РАН в том числе по НИР программы «Сибирь»: «Биологический круговорот и продуктивность Ивано-Арахлейских озер», 1980 (№ гос. регистрации 01780065715), «Биологическая продуктивность и качество вод озер и водохранилищ Забайкалья», 1985 (№ гос. регистрации 01820071665), «Закономерности формирования рыбопродуктивности и качества вод водоемов Забайкалья», 1990 (№ гос. регистрации 01860098982);

в отчеты Восточного филиала РосНИИВХа: «Разработка мероприятий по защите с. Константиновка от паводковых вод р. Амур», 2004 (№119 гос. контракт 04-11-2.1.), «Мероприятия по защите с. Чара от затопления паводковыми водами р. Чара», 2004 (35-В), «Разработка раздела: оценка ущерба рыбным ресурсам для ТЭО берегоукрепления р. Зeya у с. Владимировка Благовещенского района Амурской области», 2005 (В-128);

материалы исследований используются автором при чтении курсов «Общая экология и биология», «Физиология человека», «Основы токсикологии», «Экологическая экспертиза, ОВОС и лицензирование», «Методы и приборы по защите окружающей среды» при подготовке студентов специальности 280202.65 «Инженерная защита окружающей среды», специальности 280302.65 «Комплексное использование и охрана водных ресурсов» и магистрантов по направлению 280400.68 "Природообустройство" в ЧитГУ.

**Апробация работы.** Материалы и положения диссертации представлялись и обсуждались: *на международных конференциях:* «Геоэкология и природные ресурсы бассейна Верхнего Амура: проблемы изучения и освоения» (Чита, 1991), «Проблемы экологии Прибайкалья» (Иркутск, 1995), «Закономерности строения и эволюции геосфер» (Владивосток, 1996), «Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья» (Чита, 1997, Новосибирск, 2000), «Проблемы прогнозирования в современном мире» (Чита, 1998), «Наука и образование на рубеже тысячелетий» (Чита, 1999); *на съездах:* Всерос. гидроб. о-ва РАН (Мурманск, 1991; Калининград, 2001); Всерос. ботан. о-ва РАН «Ботаника на рубеже XXI века» (С-Петербург, 1998); *на Всесоюзных и Всероссийских совещаниях, симпозиумах и конференциях:* «Круговорот

вещества и энергии в водоемах» (Лиственичное на Байкале 1977, 1981, 1985), «Трофические связи и продуктивность водных сообществ» (Чита, 1989), «Кулагинские чтения» (Чита, 2005); «Научные проблемы использования и охраны природных ресурсов России» (Самара, 2009); *на региональных и республиканских конференциях*: “Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования” (Красноярск, 1978), “Проблемы природопользования в Забайкалье” (Чита, 1989), “География и экология Забайкалья” (Чита, 1994), “Природные ресурсы Забайкалья и проблемы их использования” (Чита, 2001);

*• на заседаниях альгологической секции Русского Ботанического общества РАН*: (С-Петербург, 1998, 2002); *на научных семинарах лаборатории гидробиологии ГОСНИОРХа г. Санкт-Петербурга* (1985-1989 гг.); *на ученых советах, семинарах: Забайкальской комплексной экспедиции Лимнологического института СО АН СССР* (1975-1981 гг.); *лаборатории водных экосистем и лаборатории биоресурсов Читинского института природных ресурсов СО РАН* (1981-2003 гг.); *на совместных заседаниях кафедры водного хозяйства и инженерной экологии Читинского государственного университета и Восточного филиала РосНИИВХа* (1999-2009 гг.); *на координационном совещании городского Комитета по экологии* (Чита, 1990).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 57 научных работ, среди которых 7 коллективных монографий и 1 авторская; 7 работ опубликованы в рецензируемых изданиях.

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, 7 глав, выводов, списка цитируемой литературы, включающего 492 источника, из которых 47 на иностранных языках, приложения. Работа изложена на 405 страницах, иллюстрирована 62 рисунками, 55 таблицами.

**Благодарности.** Автор искренне благодарит коллективы, в которых пришлось совместно работать в разные годы: коллектив Забайкальской комплексной экспедиции Лимнологического института СО АН СССР (руководитель д-р пед. наук В.П. Горлачев); коллектив лаборатории водных экосистем (зав. лаб. в разные годы: д-р биол. наук Л.И. Локоть, канд. биол. наук М.Ц. Итигилова) и коллектив лаборатории биоресурсов (зав. лаб. д-р геогр. наук А.М. Котельников, канд. биол. наук В.П. Макаров) Читинского института природных ресурсов, экологии и криологии РАН; коллектив кафедры водного хозяйства и инженерной экологии Читинского государственного университета и лично зав. кафедрой засл. мелиоратора России, проф., д-ра техн. наук В.Н. Заслоновского (особенно за помощь при написании 7-й главы). А также коллектив лаборатории гидробиологии ГосНИИОРХа (г. Санкт-Петербург) (зав. лаб. канд. биол. наук О.Н. Суслопарова) и главн. научн. сотр., д-ра биол. наук, проф. Г.М. Лаврентьеву за научные консультации. Доц. каф. ВХиИЭ ЧитГУ, канд. техн. наук К.А. Курганович, ст. преп. М.А. Босова, специалиста по УМР Е.О. Галаеву за помощь в оформлении диссертации.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

## Глава 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ РЕГИОНА И ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Специфика физико-географических условий Восточного Забайкалья (административно – это Забайкальский край, (Энцикл-я Заб-я, 2000) определяется значительными размерами территории (431,5 тыс. км<sup>2</sup>), расположенной в поясе умеренных широт в глубине обширного материка, различной удаленностью от океанов. Через территорию Восточного Забайкалья проходит главный водораздел Земли, разграничивающий бассейны Тихоокеанско-Индийского и Атлантико-Ледовитого склонов. Здесь располагаются водосборные бассейны оз. Байкала, рек Лены и Амура, а также бессточная область (рис.1).



Рис.1. Распределение территории Восточного Забайкалья по бассейнам и исследованные водные экосистемы

Удаленность территории от океанов обуславливает резко-континентальный климат (на юге дополнительно аридный), имеющий следующие характерные особенности: 1) большие суточные и годовые ( $94^{\circ}\text{C}$ ) амплитуды температуры воздуха (средняя за год температура воздуха повсеместно имеет отрицательные значения от  $(-0,7^{\circ}\text{C})$  до  $(-2,5^{\circ}\text{C})$ ; 2) резкие различия в количестве выпадающих осадков в межгорных понижениях и на хребтах (200...700 мм год); 3) неравномерное распределение осадков по сезонам года: в холодный сезон выпадает всего 5...10 %, в теплый – 90...95 %

годовой суммы осадков, из которых 40...45 % приходится на июль и август (отсюда частые наводнения); 4) большая сухость воздуха и безветрие в котловинах; 5) значительная относительная влажность воздуха, ветры в высокогорьях; 6) большая продолжительность солнечного сияния (2618 час.); 7) интенсивность и контрастность радиационного режима (на севере 80...85, в центре 100...110, на юге 120 ккал/см<sup>2</sup> год); 8) преобладание северо-западных ветров (Жуков, 1965; Кулаков, 2000).

Зима в исследуемом регионе продолжительная, сухая, очень холодная, с большим количеством солнечных дней. Средняя январская температура – около (-25° С), минимальная – (-55° С). Лето короткое, но теплое; сухое в начале и дождливое во второй половине. Средняя температура в июле 18-20° С, максимальная достигает 40° С.

Большое простираение территории с севера на юг обусловило расположение в нем природных территориальных комплексов: зональные – зоны горной тайги (или горно-таёжная зона), лесостепи (лесостепная зона), степи (степная) и аazonальные – горные.

Объектом исследования в предлагаемой работе являются растительные планктонные сообщества 25 озёр, двух водохранилищ и четырех рек. В горно-таёжной зоне на севере Восточного Забайкалья расположены ледниково-моренные озёра Байкальской рифтовой зоны Большое\* и Малое Леприндо. Это глубокие, термически стратифицированные, проточные озёра с мягкой водой желтовато-коричневого оттенка, обусловленного присутствием органических веществ гумусового происхождения.

В лесостепной зоне с пологим горным рельефом располагаются: группа Ивано-Арахлейских озёр, пойменные озёра р. Шилка (Долгое, Длинное, Кружало, Китайское, Корчажное), оз. Кенон. Ивано-Арахлейские озера находятся на юге Витимского плоскогорья в широкой тектонической впадине (Беклемишевской). Озера Иван\*, Галунда имеют сток в систему реки Лены (через реки Холой и Конду), озера Арахлей\*, Шакша\*, Иргень\*, Белое, Былое, Карасевое, Болванка, Гусиное, Дедулино входят в систему оз. Байкал (через р. Хилок). Большие озера данной группы проточные с мягкой пресной водой (звездочкой отмечены большие озёра с площадью более 10 км<sup>2</sup>). Озёра с площадью менее 10 км<sup>2</sup> относили к малым озёрам (Иванов, 1948; Грицевская, 1965). Озеро Кенон\* - бессточный естественный водоем, расположенный в черте г. Чита, служащий водоемом-охладителем ТЭС. С целью регулирования уровня производится подкачка воды из р. Ингоды, вследствие этого его в настоящем относят к бассейну р. Шилки (Верхнеамурский бассейн). На оз. Кенон имеется незамерзающая полынья в месте поступления подогретых вод ТЭС и по их распространению. Она имеет наименьшую площадь сразу после ледостава, затем постоянно увеличивается, хотя температура воздуха по ходу зимы понижается (Вологдин, 1973).

В степной зоне на Улдза-Торейской бессточной равнине на юге Восточного Забайкалья у границы с МНР располагается Торейская группа озёр. Здесь

преобладают соленые и горько-соленые озера с очень изменчивым водным режимом и степенью минерализации. Озера Барун-Торей\* и Зун-Торей\* - крупнейшие эфемерные озера аридной зоны с высоким коэффициентом открытости, расположенные во впадине огромного древнего водоема, в период дождей опресняются и значительно увеличивают свою площадь. Оз. Баин-Цаган - расположено у кромки реликтового соснового бора; Баин-Булак и Цаган-Нор - типичные степные водоемы.

Котловины указанных озер имеют плоское дно (за исключением северных озер), округлые или овальные очертания со слабо развитой береговой линией. Источником питания всех озер являются: поверхностный сток, осадки, подземные воды. По среднемноголетним данным площадь исследованных озер колеблется от 0,01 до 580 км<sup>2</sup>, максимальная глубина - от 1,4 до 67 м и средняя от 1,2 до 40 м. Мелководность озер в сочетании с большими площадями обуславливает высокие коэффициенты их открытости (от 0,11 до 290) и определяет большую роль ветрового фактора в жизни гидробионтов: интенсивные продольные ветровые течения, турбулентность, мутность, постоянное поступление веществ из донных отложений. Ветровые течения имеют большую выраженность в степных районах.

В Восточном Забайкалье имеются два искусственных водохранилища наливного типа: Краснокаменское\* и Харанорское, расположенные в степной зоне, в обоих из них изучались водоросли. По мнению О.М. Кожовой Краснокаменское вдхр. является типичным водоёмом озёрного типа с замедленным водообменом (1985). Поддержание водного баланса Краснокаменского вдхр. обязано перекачке вод р. Аргунь, Харанорского - р. Онон в естественные, отчлененные дамбой долины.

Температурный режим озер и водохранилищ определяется климатом и их морфометрией. Летом они значительно прогреваются, зимой бывает длительный ледостав. Продолжительность подледного периода составляет 7...7,5 месяцев. Значительной длительности ледостава соответствует и большая толщина льда: 140...180 см. Мелководные озера иногда промерзают до дна. С ноября по март в озёрах наблюдается обратная температурная стратификация вод, в марте - апреле устанавливается гомотермия. Заслуживает внимания относительно высокая зимняя температура некоторых озер, особенно мелководных, приближающаяся в конце зимы к 4° С.

Для озерных вод края широтная зональность выражена более четко, чем для речных. По ионному составу воды Большое и Малое Леприндо и Ивано-Арахлейских озер, по классификации О.А. Алекина (1970), относятся к гидрокарбонатному классу группы кальция (Кожов, 1950; Иванов, Саункина, 1978); По данным Т.А. Стрижовой (1991, 1998), в оз. Кенон произошла смена класса вод от гидрокарбонатно-натриевого к сульфатно-натриевому, повлекшая снижение рН. Тип озерных вод Барун-Торей, Зун-Торей, Баин-Цагана, Цаган-Нора - гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый, отчетливо выражен содовый тип и принадлежность к содово-галитному подтипу; лишь в июле в оз. Барун-Торей

подтип вод менялся на содово-сульфатный. Гидрохимический тип оз. Баин-Булак носил в 1986 г. промежуточный характер: состав вод - гидрокарбонатно-хлоридный или гидрокарбонатный натриево-магниевого типа, подтип вод был устойчивый - содово-галитный.

Воды озер лесостепной и степной зон имеют щелочную реакцию и являются умеренно жесткими. Озера горнотаёжной зоны – слабо кислые. Минерализация исследованных озер изменялась от 0,46 до 7,90 г/л. Все озера горнотаёжной и лесостепной зон - пресные, степной зоны - миксогалинные, причем Барун-Торей и Цаган-Нор - олигогалинные, Зун-Торей, Баин-Булак и Баин-Цаган - мезогалинные.

Для водоемов Забайкалья характерны изменения уровня с длительностью цикла 25...26 и 9...10 лет (Шишкин, 1972). По этой причине озера степной зоны имеют переменный состав вод: в маловодные годы они соленые и опресняются в многоводный период и дождливое время (Гидрология СССР, 1969; Иванов, 1977).

Все исследованные нами реки относятся к Верхне-Амурскому бассейну. По классификации рек Огиевского они относятся к средним и большим рекам: Ингода – 708 км, Шилка – 560, Аргунь – 1620, Амур - 2824 (на территории региона находится верхнее течение реки – 46 км). Средний расход воды – 123, 550, 340, 10300 м<sup>3</sup>/с, соответственно. Полностью на территории края находятся реки Ингоды и Шилка. Одна из характерных особенностей рек Восточного Забайкалья – катастрофические дождевые паводки. Формируясь в период интенсивных дождей, они достигают разрушительной силы. Уровень воды повышается на 3...5 м, а на некоторых реках – на 8...11 м. Минерализация речных вод Восточного Забайкалья изменяется по территории в соответствии с ландшафтом. В таежной зоне Ингоды и других рек концентрация растворенных в воде веществ не превышает обычно 100 мг/л. Более минерализованы (до 300 мг/л) воды рек Ингоды (нижнее течение), Шилки. Повышенная минерализация (до 500 мг/л) характерна для Онон-Аргунского междуречья (р. Аргунь). Наибольшая минерализация (выше 500 мг/л) отмечается в степной зоне. Высоких значений (до 600...800 мг/л) минерализация достигает в устье р. Читы, что связано со сбросом сточных вод городских очистных сооружений (СЭС, 1985; ГЭС, 1989; Энцикл.Заб-я, 2000).

## **Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Материалом настоящей работы послужили результаты полевых наблюдений, выполненных автором за 30-летний период (1975...2005 гг.) на водоемах и водотоках Восточного Забайкалья.

Сбор и обработка материала осуществлялись по унифицированным, принятым в альгологии методикам. Количественные пробы фитопланктона отбирались батометрами Молчанова или Жуковского. Для фиксации проб



использовался формалин (10 мл 40-процентного формалина на 0,5 л воды). При обработке применялся осадочный метод концентрации проб (Усачев, 1961; Киселев, 1956, 1969). Для учета численности водорослей применялась счетная камера Нажотта (0,02 мл); Для получения статистической достоверности верхний предел численности, подсчитываемых в пробе организмов, определен на уровне 1000 экземпляров, нижний – 100 (Кузьмин, 1975; Кожова, Мельник, 1978). Для получения репрезентативных данных просчитывалась каждая пятая полоса камеры, проба в камере просчитывалась не менее трех раз (Лаврентьева, Бульон, 1984). Признавая статус цианей (Cyanophyta) как прокариот, мы придерживались традиционной классификации водорослей (Забелина, Киселев, Прошкина-Лавренко, 1951; Голлербах, Косинская, Полянский, 1953; Коршиков, 1953; Матвиенко, 1954; Киселев, 1954; Дедусенко-Щеголева, Голлербах, Шкорбатов, 1959; Дедусенко-Щеголева, Голлербах, 1962; Попова, 1966; Комаренко, Васильева, 1975, 1978; Huber-Pestalozzi G., 1938-1955;). Биомассу вычисляли объемным методом, удельный вес принимали за единицу (Киселев, 1969). В настоящей работе численность и биомасса фитопланктона приводятся как средневзвешенные для столба воды. При расчетах принималось, что  $10^9$  мкм<sup>3</sup> соответствует 1 мг сырой биомассы (Гусева, 1956, 1959; Strickland, 1960; Kristiansen J., Mathisen M., 1964; Киселев, 1969).

Анализ материала проводился следующим образом: флористический - с привлечением коэффициентов общности видового состава Сёрнсена (Sorensen, 1948), фитогеографическое распространение и биоценотическая принадлежность водорослей идентифицировались по работам Г.В. Кузьмина, В.Г. Девяткина (1975), Г.В. Кузьмина (1976), Унифицированные методы (1977 а, б), Барина и др. (2000); анализ отношения водорослей к солености проводился по системе галобов, разработанной Кольбе (Kolbe, 1927) и дополненной А.И. Прошкиной-Лавренко (1953), А.И. Киселевым (1969); оценка сапробности водорослей проводилась по спискам А.В. Макрушина (1974), В. Сладчека (Унифицированные методы..., 1977 а, б); экологический анализ сообщества – по индексу общего разнообразия Шеннона (Одум, 1986).

Первичная продукция и деструкция органического вещества определялись скляночным методом в кислородной модификации (Винберг, 1934, 1960; Киселев, 1969; Пырина, 1975; Федоров, 1979; Бульон, 1983; Лаврентьева, Бульон, 1984). Кислород определяли по Винклеру (Алекин, 1970). Энергетический эквивалент кислорода принят равным 3,5 ккал/мг, 1 г органического углерода – 9,36 ккал (Романенко, Кузнецов, 1974). Хлорофилл определяли спектрофотометрическим методом с экстрагированием фильтров в 90-процентном ацетоне (ЮНЕСКО, 1966; Сиренко и др., 1983).

Принятые в работе обозначения приводятся согласно методическим руководствам по МБП: В - биомасса фитопланктона, N - его численность, А - валовая, Р - чистая первичная продукция, R – деструкция (Wollenweider et al., 1969).

Материалом для диссертации послужили около 2000 количественных проб фитопланктона, более 350 экспозиций на определение первичной продукции и деструкции органического вещества, более 150 проб на определение содержания хлорофилла в исследуемых водных экосистемах (Оглы, 1976...2009).

Достоверность результатов подтверждается большим количеством материала, применением унифицированных методик и расчетом коэффициента статистической достоверности Стьюдента, по которому значения от 0,57 до 0,70 рассматривались, как «слабая тенденция», от 0,70 до 0,95 – «тенденция», 0,95 и выше – как закономерность.

Статистическая обработка материала произведена на персональном компьютере с применением программ Excel, Статистика, SPCC.

### **Глава 3. ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ИЗУЧЕННОСТИ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЯ**

В данной главе приводится обзор изученности водорослевых сообществ в Восточном Забайкалье. Отмечается, что до середины 60-х годов исследования в Забайкалье осуществлялись эпизодически как рекогносцировочные обследования крупных озер и рек (Стрижова, Оглы и др., 1991; Оглы, 1998, 1999).

Первые сведения о водорослях Забайкалья появились на сто лет позже, чем данные в европейской части России. В 1938 г. Б.В. Скворцов опубликовал данные о диатомовых оз. Кенон и р. Аргунь (Skvortzov, 1938 а, б). Немногочисленные сведения по водорослям Забайкалья, полученные сотрудниками ВНИИРХа в 1931, 1933...34 гг. и сотрудниками Биолого-географического института при Иркутском университете в 1936 и 1941...42 гг. (автор рукописей – Гумилов), изложены в монографии М.М. Кожова «Пресные воды Восточной Сибири» (1950). Первые систематические исследования альгофлоры Ивано-Арахлейских озер, оз. Кенон, р. Ингода проведены М.И. Качаевой в 1961...63 гг. (Качаева, 1967, 1968 и др.).

Детальное изучение альгофлоры Ивано-Арахлейских озер и оз. Кенон с применением унифицированных методик было начато сотрудниками Забайкальской комплексной экспедиции Лимнологического института СО АН СССР (Морозова, 1975; Бондарева, 1974; Спиглазова, Локоть, 1972; Спиглазова, Шишкин, 1973).

### **Глава 4. СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНЫХ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ИССЛЕДОВАННЫХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЯ**

#### **Таксономический состав планктонных водорослей**

В составе растительных планктонных сообществ обсуждаемых в настоящей работе водных экосистем Восточного Забайкалья обнаружено

суммарно 737 внутривидовых (632 видовых) таксонов водорослей, относящихся к 8 отделам (в том числе и Cyanophyta) (табл.1).

В озерах обнаружено 374 таксона, в реках – 399, в водохранилищах – 161 таксон.

Анализ таксономической структуры растительных планктонных сообществ исследованных водных экосистем в целом, а также в различных вариантах: по бассейнам, по типам водных экосистем, по 10 ведущим семействам, и по каждой водной экосистеме отдельно показал, что структурообразующими являются три отдела водорослей: диатомовые, зеленые и синезеленые.

Диатомовые лидируют в общем списке обнаруженных видов – 45,5 % от общего количества. Доминирующее положение они имеют в реках – 60,9 %. В водохранилищах и озерах являются содоминантами второго порядка - 23 - 30,2%, соответственно. В планктоне водных экосистем Восточного Забайкалья широко распространены и наиболее многочисленно представлены несколько родов диатомовых: *Navicula* – 51 таксон, *Cymbella* и *Gomphonema* – по 28 таксонов, *Nitzschia* – 25, *Pinnularia* – 24, *Fragilaria* – 17, *Synedra* и *Syrirella* – по 16 таксонов.

Таблица 1

Таксономический состав водорослей исследованных водных экосистем  
Восточного Забайкалья

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид	Всего таксонов
Синезеленые	3	5	14	23	89	103
Золотистые	1	2	3	10	34	34
Диатомовые	2	4	10	40	254	336
Желтозеленые	2	2	2	4	5	5
Криптофитовые	2	2	2	4	5	5
Динофитовые	1	2	2	4	4	4
Эвгленовые	1	1	2	6	21	22
Зеленые	2	10	18	58	220	228
Всего: 8	14	26	53	149	632	737

Зеленые в общем списке занимают второе место - 30,9 %. Доминируют преимущественно в озерах и водохранилищах 36,4 и 41,8 %, соответственно. Самыми многочисленными среди них являются роды: *Scenedesmus* - 29 таксонов и *Ankistrodesmus* - 20 таксонов, а также *Oocystis* – 14 и *Tetradron* – 10 таксонов.

Синезеленые выступают как содоминаты 3-го порядка во всех типах водных экосистем, варьируя по водоемам и водотокам от 6,3 до 23,8 %, в среднем 14 %. Наименьшее их количество отмечено в реках. Среди синезеленых наибольшее число таксонов принадлежит к родам *Anabaena* - 15 таксонов, *Gloeocapsa* – 13, *Microcystis* – 12, *Oscillatoria* – 11.

Остальные пять отделов представлены в общем списке численностью от 4 до 34 таксонов, что составляет 0,5...4,3 %. Среди золотистых самыми массовыми являются роды: *Pseudokephyrion* – 6 таксонов, *Kephyrion* – 5, *Chrysosoccus* и *Dinobryon* по – 4 таксона. Среди желтозеленых – *Ophioscytium* – 2 таксона. Среди криптофитовых – *Cryptomonas* – 2 таксона. Среди эвгленовых – *Euglena* – 12 таксонов.

Количество видов водорослей в каждой водной экосистеме было неодинаково и варьировало от 7 до 147. Планктонные альгоценозы изученных водных экосистем имеют слабое сходство между собой (коэффициенты сходства их видового состава невелики и изменяются от 0,01 до 0,75) (табл. 2).

Таблица 2

Основные параметры структуры растительных планктонных сообществ водных экосистем Восточного Забайкалья

Значения	Численность (N, млн. кл/л)	Биомасса (B, мг/л)	Коэффициент сходства видо- вого состава (K)	Коэффициент видового разнообразия (H)
Максимальные	3895	112,4	0,75	2,24
Минимальные	0,25	0,04	0,01	0,58
Средние	225,33	11,55	0,25	1,29
Медиана	18,2	1,25	0,19	1,25

Факторами, объединяющими альгофлоры водных экосистем по сходству, являются ландшафтно-климатические условия, морфометрия и сопряженная с ней гидрология водоёмов и водотоков, о чем свидетельствует кластерный анализ (рис. 2). Кластер А<sub>1</sub> объединяет глубоководные озёра горно-таёжного ландшафта; кластер А<sub>2</sub> – лентические экосистемы лесостепного ландшафта с большими площадями и средними глубинами, где а<sub>1</sub> – большие озера лесостепной зоны, а<sub>2</sub> – водохранилища; кластер В – лентические экосистемы с небольшими глубинами, где В<sub>1</sub> – озёра степной зоны, В<sub>2</sub> – малые озёра лесостепной зоны; кластер С – лесостепная зона, где С<sub>1</sub> – реки, С<sub>2</sub> – пойменные озёра. Попадание р. Ингода в отдельный кластер объясняется её транзитом по антропогенно измененной территории, и в том числе по центру Забайкальского края – г. Чита, где наблюдаются различные источники загрязнения, (в том числе очистные сооружения) наиболее сильно влияющие на разнообразие таксономического состава этого водного объекта.

На основании результатов кластерного анализа проведено картографирование распределения планктонных водорослей по сходству флор на территории Восточного Забайкалья (рис. 3).

Видовое богатство пресноводных лентических экосистем увеличивается в широтном направлении: от горнотаёжной до степной зон. Наибольшее количество водорослей (147) обнаружено в степной зоне в Краснокаменском

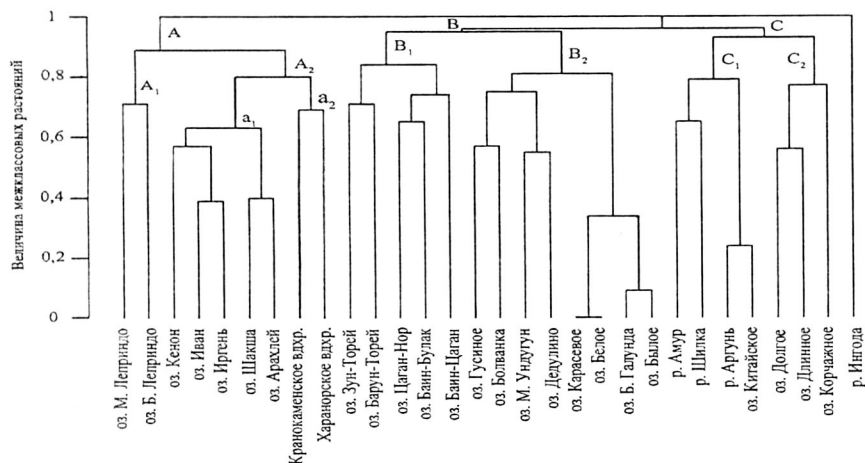


Рис. 2. Дендрограмма сходства видового состава растительных планктонных сообществ водных экосистем Восточного Забайкалья (по методу одиночной связи на основе корреляционной матрицы)



Рис. 3. Карта распределения планктонных водорослей в водных экосистемах Восточного Забайкалья (по сходству флор)

водохранилище. Однако в миксогалинных озёрах степной зоны таксономический состав заметно сокращается. Наиболее резкое сокращение обилия водорослей наблюдается в озёрах Барун-Торей и Зун-Торей (до 21 таксона), так как кроме фактора солёности на развитие водорослей в данных озёрах сказывается влияние вод содового типа, которые снижают прозрачность в период открытой воды до 5-15 см.

### Эколого-географическая характеристика растительных планктонных сообществ

Фитогеографический анализ общего состава альгофлоры, отражающий экологические условия в жизнедеятельности водорослей, показал, что большинство таксонов рангом ниже рода в исследованных водных экосистемах Восточного Забайкалья в целом относится к космополитам (91 %). Удельный вес космополитов в различных типах водных экосистем был также достаточно высок: в реках - 87,8 % (варьируя в пределах от 85,4 до 100 %); в водохранилищах - 97,8 % (85,3...100 %); в озерах - 96,7 (87,3...100 %). Многочисленные статьи и сводки по пресноводному фитопланктону (Кожова, 1970; Кузьмин, Девяткин, 1975; Кузьмин, 1976; Лаврентьева, 1977; Оглы, 1977, 1985, 1987; Трифонова, 1979; Примаиченко, 1981; Васильева, Ремигаило, 1982; Еромолаев, 1989; Петрова, 1990) позволяют прийти к выводу, что основной фон растительных планктонных сообществ внутриконтинентальных водоёмов Европы, Азии составляют именно водоросли-космополиты.

Анализ альгофлоры водоемов на принадлежность к биоценозам показал, что большинство видов из общего списка относится к планктонным (44 %), а также к литоральным (28 %) и бентосным организмам (25,7 %). Однако по водоемам их удельный вес отличался достаточно сильно и составлял: планктонных в реках - 43,8 %, в водохранилищах - 70,6 %, в озерах - 71,4 %; литоральных в реках - 18,4 %, водохранилищах - 17,4 %, в озерах - 17,6 %; бентосных в реках - 36,7 %, в водохранилищах - 12 %, в озерах - 9,6 %. Присутствие в реках большого количества литоральных и бентосных организмов объясняется гидрологическим фактором, а именно скоростью течения, усиливающимся в период наводнений и влекущим за собой перемешивание всех водных масс (Левадная, 1986; Воробьёва, 1995; Кумулайнен, 2005). Нахождение в планктоне озёр и водохранилищ этих групп водорослей объясняется большими коэффициентами открытости. Все исследуемые озера (кроме озёр Арахлей, Большое и Малое Леприндо) при достаточно большой площади имеют небольшие глубины: средний коэффициент открытости равен 41,6, изменяясь по озерам от 0,11 до 290, что объясняет присутствие в планктоне случайных и факультативных видов и является характерной чертой почти всех мелководных водоемов (Кузьмин, Девяткин, 1975; Трифонова, 1975; Авинская, 1983).

Важным экологическим фактором, влияющим на жизнедеятельность гидробионтов в водоемах является минерализация их вод (Прошкина-

Лавренко, 1953; Гусева, 1966; Константинов, 1967; Кравцова, 1982, 1985). Поскольку исследованные водные экосистемы имеют разную минерализацию от 0,46 до 7,90 мг/л, то следовало ожидать наличие четкой дифференциации видового состава водорослей по водоемам и водотокам с разной степенью галобности. Оказалось, что альгофлора планктона исследованных водных экосистем представлена практически видами индифферентными к солености воды (66% от общего количества видов-индикаторов). В реках количество индифферентов составляет 70,4 %; в водохранилищах - 68,5 %; в озерах – 64,7 %. В мезогалинных озерах Торейской котловины с минерализацией вод 5,4...7,9 г/л количество индифферентов варьирует от 54 до 92 %. Причем наибольшее количество индифферентов (92 %) населяет водоём с самой высокой минерализацией (7,9 г/л).

### **Влияние абиотических факторов на структуру растительных планктонных сообществ**

Структурообразующими отделами в создании численности и биомассы выступали три отдела водорослей, а именно синезеленые, диатомовые и зеленые. Основные показатели количественных параметров альгоценозов исследованных водоёмов и водотоков представлены в таблицах 2, 8. Согласно этим параметрам водные экосистемы Восточного Забайкалья представлены всеми типами от олиготрофных до гиперэвтрофных и характеризуются в целом низким видовым разнообразием, о чем свидетельствуют коэффициенты Шеннона (см. табл. 2).

Анализ влияния абиотических факторов на структуру альгоценозов выявил прямую корреляцию с различными факторами в зависимости от ландшафтно-климатических зон, морфометрии, гидрологии и гидрохимии исследованных водных экосистем.

В таблице 3 представлены регрессионные зависимости, характеризующие связь абиотических факторов с параметрами структуры растительных планктонных сообществ по сходству флор согласно кластерного анализа. Общий вид зависимостей: линейная  $y=ax+b$ , степенная  $y=ax^b$ , экспоненциальная  $y=ae^{bx}$ .

Количество видов – основной показатель, характеризующий видовое богатство биологических сообществ (Одум, 1986). Установлено, что число видов водорослей в лентических экосистемах Восточного Забайкалья зависит в большей степени от морфометрических параметров (площади, глубины, объёма и коэффициента открытости). В мезогалинных озёрах кроме этого на таксономический состав оказывает влияние минерализация. В лотических экосистемах количество таксонов зависит от присутствия гидрохимического показателя - аммонийной формы азота и гидрологического - расхода воды (см. табл. 3).

Для оценки видового разнообразия биологических сообществ чаще всего используют индекс Шеннона, который варьирует от 0,01 до 5 и указывает на



Таблица 3

Зависимость структуры растительных планктонных сообществ от абиотических факторов

Факторы	Зависимость от абиотических факторов											
	таксономической структуры			индекса Шеннона			численности			биомассы		
	a	b	r	a	b	r	a	b	r	a	b	r
Кластер А (экспоненциальная функция) - большие водоёмы всех природных зон												
H	-	-	-	-	-	-	139,9	-0,098	0,64	15,86	-0,087	0,78
h	145,01	-0,0323	0,56	-	-	-	133,57	-0,171	0,61	15,44	-0,153	0,75
pH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,494	0,292	0,53
K	-	-	-	-	-	-	1,558	0,437	0,77	-	-	-
P <sub>общ.</sub>	-	-	-	-	-	-	0,1756	1,246	0,59	-	-	-
Кластер В <sub>1</sub> (степенная функция) – миксогалинные водоёмы степной зоны												
S	85,662	-0,234	0,98	1,52	-0,073	0,66	61,54	-0,615	0,54	1,35	-0,437	0,54
H	4,9015	1,464	0,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-
h	8,934	1,39	0,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	62,051	-0,203	0,97	1,37	-0,061	0,63	26,12	-0,526	0,52	0,73	-0,371	0,51
Σu	2,85	1,702	0,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	105,01	0,6016	0,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	20,87	-0,263	0,99	0,92	-0,09	0,71	0,28	-1,015	0,79	0,026	-0,748	0,85
Кластер В <sub>2</sub> (степенная функция) – малые водоёмы лесостепной зоны												
S	35,61	0,297	0,49	1,405	0,142	0,56	1237,2	3,738	0,71	41,825	3,162	0,71
K	-	-	-	1,42	0,114	0,44	1969,2	3,072	0,58	49,66	2,436	0,51

Продолжение таблицы 3

Факторы	Зависимость от абиотических факторов											
	таксономической структуры			индекса Шеннона			численности			биомассы		
	a	b	r	a	b	r	a	b	r	a	b	r
	Кластер C <sub>1</sub> (степенная функция) - реки											
NH <sup>4+</sup>	0,041	-2,72	0,99	-	-	-	0,0043	-2,06	0,83	-	-	-
Робщ.	-	-	-	-	-	-	3,057	0,818	0,66	2,038	0,85	0,96
G	1458	-0,39	0,69				12,86	-0,316	0,62	-	-	-
NO <sub>3</sub> .				66,45	1,29	0,79						
Кластер C <sub>2</sub> (экспоненциальная функция) – малые водоёмы												
S	2,01	6,04	0,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	2,53	9,29	0,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H	-	-	-	7,95	-0,758	0,85	-	-	-	0,004	2,179	0,91
h	-	-	-	20,55	-1,485	0,89	-	-	-	0,005	3,942	0,82

Примечания: S – площадь, км<sup>2</sup>; H – максимальная глубина, м; h – средняя глубина, м; K – коэффициент открытости; V – объём, км<sup>3</sup>; G – расход воды, м<sup>3</sup>/с.

Легенда кластеров: А- большие лентические пресноводные экосистемы горнотаёжной, лесостепной и степной зон; В<sub>1</sub>- миксогалинные озёра степной зоны; В<sub>2</sub> - малые озёра лесостепной зоны; С<sub>1</sub>- реки; С<sub>2</sub>- пойменные озёра лесостепной зоны; а, b - эмпирические константы, r – коэффициент корреляции.

степень сложности организации сообщества, соотношении числа доминирующих, второстепенных и редких видов. Исследования общего видового разнообразия альгоценозов при помощи индекса Шеннона дали возможность установить влияние абиотических факторов на видовую структуру планктонных растительных сообществ Восточного Забайкалья. Оказалось, что видовая структура также зависит от морфометрических показателей в лентических экосистемах и в лотических от гидрохимического фактора - нитратной формы азота.

Среди факторов, лимитирующих численность и биомассу альгоценозов в лентических экосистемах, наибольшее значение принадлежит морфометрическим показателям, в лотических – гидрологическим и гидрохимическим (для численности это – расход воды, аммонийная и нитратная формы азота, для биомассы – общий фосфор) (см. табл. 3).

## **Глава 5. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНЫХ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ИССЛЕДОВАННЫХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ**

### **Сезонные изменения растительных планктонных сообществ в лентических экосистемах**

В исследованных лентических водных экосистемах отмечены разные типы сезонной динамики общей биомассы водорослей. В продуктивных водоемах (эвтрофных и гиперэвтрофных) наблюдался наиболее обычный тип сезонной динамики: зимний минимум (за счет вегетации диатомовых, золотистых и зеленых водорослей), значительно варьиовавший по водоёмам (от 0,02 до 1 мг/л) сменялся весенним подъемом (за счет начала массовой вегетации представителей предыдущих отделов) (0,5...2,0 мг/л), достигавшим поздним летом годового максимума (6,7...112 мг/л) - преимущественно за счет развития синезеленых водорослей; к осени общая численность и биомасса водорослей уменьшались (4...38 мг/л). Например, такой тип сезонной динамики наблюдался в оз. Шакша в 1978 г. (рис. 4).

В мезотрофных водоёмах также отмечен зимний минимум (0,05...0,5 мг/л), но в сезонной динамике наблюдалось два пика: первый либо весной, либо в начале лета (1,9...9 мг/л) (за счет массового развития диатомовых или золотистых водорослей), а второй в конце лета – начале осени (1,1...4,0 мг/л) – в результате развития синезеленых. Например, в Краснокаменском водохранилище (см. рис. 4).

В олиготрофных водоёмах ход сезонной динамики напоминал таковой в мезотрофных: также наблюдались два пика, приуроченные к началу года или к весне (0,04...0,1) и к осени (0,06...1,6 мг/л), но максимумы были значительно меньше (например, в оз. Большое Леприндо) или летнее развитие водорослей было минимальным, например, в Зун-Торее (см. рис. 4).

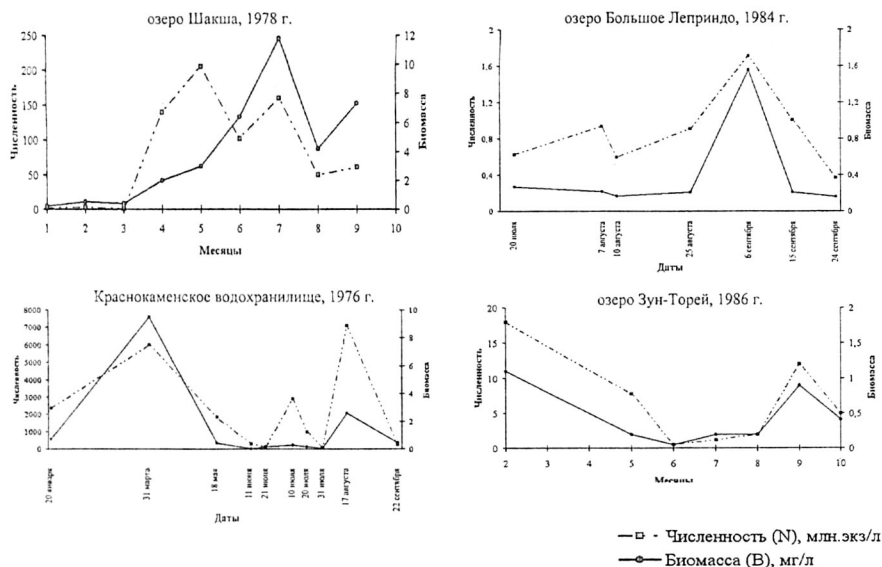


Рис. 4. Сезонная динамика численности и биомассы растительных планктонных сообществ в лентических экосистемах Восточного Забайкалья

Сезонная динамика общей биомассы водорослей во всех исследованных водоемах повторяла динамику общей численности, за исключением периода перестройки фитопланктоценозов и времени массовых вспышек развития мелкоклеточных форм, когда пики численности несколько опережали пики биомассы.

### Пространственное распределение водорослей в лентических экосистемах

Анализ пространственного распределения водорослей в лентических экосистемах показал, что вертикальное распределение в большинстве случаев было гомогенным от поверхности до дна, что достаточно типично для мелководных водоемов с высокой степенью открытости, подверженных интенсивному ветровому перемешиванию. Исключением для этих водоёмов являлись летние штилевые и подледные периоды, когда в распределении водорослей наблюдалась стратификация: либо прямая, вследствие «цветения» синезелеными в летний период, либо обратная, если проходило оседание диатомовых на дно после их массовой вегетации. Обилие водорослей в летний период в литоральной зоне было выше, поскольку прибрежная зона большинства водоёмов лучше прогревается, используется в целях рекреации, а

также окружена сельскохозяйственными и жилыми застройками и здесь постоянно происходит принос биогенных веществ с бытовыми и ливневыми стоками (рис. 5).

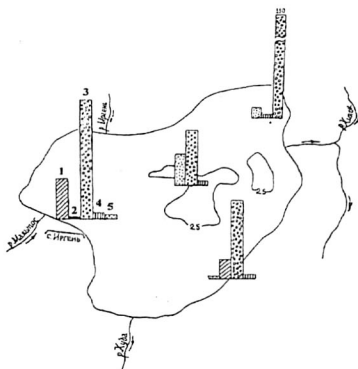


Рис.5. Горизонтальное распределение водорослей в оз. Иргень в июле 1988 г. (1- зеленые, 2 - золотистые, 3 - синезеленые, 4 - диатомовые, 5 - эвгленовые)

Исключение составляют три озера: Большое и Малое Леприндо и оз. Кенон. В первых двух пространственное распределение водорослей было неоднородным в силу большой изрезанности рельефа дна и в прибрежных станциях отмечались резкие понижения глубин (свалы) с менее прогретой водой и следовательно с меньшим развитием водорослей, а в озере Кенон максимальное развитие водорослей наблюдалось в зоне сброса подогретых вод ТЭС (табл. 4).

Таблица 4  
Развитие водорослей в оз. Кенон в мае 1986 г.

Станции	Глубина, м	Температура, °С (пов. — дно)	Общая численность, млн кл/л	Общая биомасса, мг/л	Биомасса диатомовых, мг/л	Биомасса зеленых, мг/л
Термальная	4,5	14,4 — 9,4	13,0	11,66	10,50	0,90
Центральная	7,2	9,4 — 8,3	7,94	9,85	9,60	1,07
Спасательная	5,6	9,7 — 9,1	9,26	2,06	1,65	0,08

#### Сезонные изменения растительных планктонных сообществ в лотических экосистемах

Сезонную динамику развития водорослей в лотических экосистемах достоверно проследить не удалось по причине проявления экстремального природного фактора — летне-осенних паводков, во время которых

прозрачность вод снижалась до 5 см. Например, в р. Шилка июньский планктон был наиболее разнообразен и слагался всеми представителями обнаруженных отделов водорослей, численность и биомасса были максимальными – численность изменялась от 620 тыс. кл/л до 3,2 млрд. кл/л и составила в среднем по всем станциям наблюдения 2 млрд. кл/л; биомасса изменялась от 0,9 мг/л до 2,94 мг/л и составила в среднем 1,7 мг/л.

В августе средняя численность уменьшилась вдвое, а биомасса втрое и составили 1 млрд. кл/л и 0,6 мг/л, соответственно. В октябре численность уменьшилась по сравнению с июнем в 23 раза и составила 87,4 тыс. кл/л, а биомасса уменьшилась в 17 раз и составила 0,1 мг/л (рис. 6).

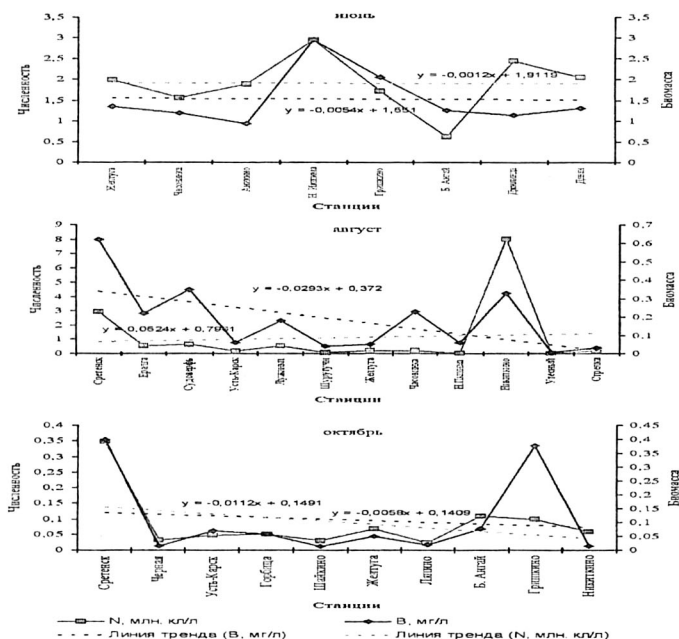


Рис. 6. Динамика численности и биомассы фитопланктона в р. Шилка в июне, августе и октябре 1990 г.

### Пространственное распределение водорослей в лотических экосистемах

Пространственное распределение водорослей в лотических экосистемах не имело четко выраженного «классического континуума», при котором видовое разнообразие возрастает от истоков к устью, распределение равномерно в горизонтальном и вертикальном направлениях. Как показали наши

исследования, на участках рек в направлении от истока к устью структура растительных планктонных сообществ: таксономическое разнообразие водорослей, численность и биомасса не имеют четкой упорядоченности.

Динамика численности и биомассы в речном континууме имела подъёмы и спады, обусловленные, как правило, антропогенным воздействием: водами промышленных, сельскохозяйственных и бытовых стоков. Максимальные значения водорослей регистрировались в районе впадения притоков, несущих загрязненные воды с бассейновой территории (см. рис. 6). В других исследованных реках наблюдалась такая же пространственная неоднородность и «классический» континуум оказывался нарушенным.

Паводковый режим рек Восточного Забайкалья, при котором их уровень поднимается на 3...11 м и значительно возрастает расход воды, нивелирует пространственное распределение водорослей в них. Однако в период межени отмечаются различия в распределении водорослей и возможно говорить о некоторых тенденциях загрязнения рек.

В пограничной реке Амур наибольшее обилие водорослей наблюдалось либо у правого берега со стороны КНР, либо по центру реки, что свидетельствует о более интенсивном антропогенном воздействии с китайской стороны, так как органическое загрязнение определяет развитие водорослей в водных экосистемах. Например, на станции «0,5 км ниже р. Зеи» биомасса была у левого берега (РФ) – 0,74; по центру – 1,68; у правого берега (КНР) – 2,2 мг/л.

В р. Аргунь на разных участках биомасса была выше либо с правого, либо с левого берега, что говорит о загрязнении реки обоими государствами: РФ и КНР. Однако только в пробах с правой стороны (со стороны КНР) были обнаружены эвгленовые водоросли, которые обитают в водах богатых органикой.

### **Многолетние изменения структуры растительных планктонных сообществ**

На общую средневзвешенную за год биомассу водорослей оказывают существенное влияние виды, вегетирующие в течение короткого времени – одного-двух месяцев в году и вызывающие «цветение» вод. При достаточно большом флористическом разнообразии растительных планктонных сообществ количество доминирующих видов в исследованных водных экосистемах Восточного Забайкалья невелико и насчитывает всего 61 таксон, что составляет 8,3 % от общего состава. Среди доминирующих видов насчитывается синезеленых – 26 (42,6 %), золотистых – 3 (4,9 %), диатомовых – 12 (19,7 %), зеленых – 20 (32,8 %) таксонов. Их количество варьирует по водоемам от 1 до 18. Комплекс доминирующих видов и разновидностей в реках представлен 4, в водохранилищах – 8, в озерах – 53 таксонами.

Сравнение доминирующих видов за 30-летний период в Ивано-Арахлейских озёрах и оз. Кенон позволило выделить водоросли, упоминаемые среди доминантов на протяжении сравниваемого периода. Три вида



водорослей: *Cyclotella comta*, *Asterionella formosa*, *Microcystis pulverea* (и её формы) входили в состав доминирующих комплексов постоянно во все сроки наблюдений в оз. Арахлей в 1960-1980-х гг. XX в., в озерах Шакша и Иван в 1960-70-х гг. В состав доминирующих форм в эти сроки из синезеленых постоянно входили: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Gloeotrichia echinulata* – обычные водоросли «цветения» вод; из диатомовых – *Fragilaria crotonensis*. Все эти виды обычно становятся доминантами при антропогенном эвтрофировании водоемов (Петрова, 1990). В дальнейшем состав доминантов пополнился видами, часть которых (*Anabaena spiroides*, *Fragilaria crotonensis*, *Aulacosira granulata*) по мнению ряда авторов (Davis, 1964, 1966 a; Verduin, 1964, 1972; Beeton, 1966; Nalevajko, 1966, 1967; Stoermerr, 1967; Munavar, Nauwerk, 1971; Schelske, Roth, 1973; Munavar, Munavar, 1976) также являются показателями эвтрофирования озер.

С конца 1980-х гг. произошло резкое уменьшение доминирующих видов. В оз. Иван все виды были вытеснены одним доминантом – *Aulacosira granulata*. *Gloeotrichia echinulata* стала доминировать в оз. Шакша с конца 80-х, в оз. Арахлей с 90-х годов. Известно, что в загрязненных озерах видовое разнообразие водорослей снижается и в планктоне может преобладать один вид (Одум, 1976; Лаугасте, Порк, 1980).

В оз. Иргень на протяжении всего периода исследования доминировали синезеленые. Постоянно доминирующими формами были *Microcystis pulverea*; *Lyngbya limnetica*. Появление в массе *Aphanizomenon flos-aquae* (1978) и *Anabaena spiroides* (1988) чрезвычайно показательны и говорят о быстро идущем процессе эвтрофирования.

В оз. Кенон существенных изменений в составе доминирующих форм за исследуемый период не произошло. В группу доминантов постоянно входили: *Gomphosphaeria lacustris*, *Cyclotella comta*, *Synedra acus*. Однако следует отметить, что «гиперцветение», произошедшее в 1988 и 2005 годах было вызвано *Anabaena spiroides f. spiroides* Kleb., которая не входила в состав доминирующих комплексов ни в один из сроков наблюдений.

Многолетние исследования показывают, что смена доминирующих комплексов происходит на фоне изменения структуры альгоценозов. Так за 30-летний период (60 - 90-е гг.) структура изменилась почти вдвое, а в некоторых озерах и более того. Коэффициенты сходства видового состава фитопланктона за этот период составили: в оз. Кенон – 0,58; в оз. Арахлей – 0,51; в оз. Иван – 0,46; в оз. Шакша – 0,41; в оз. Иргень – 0,34. В Ивано-Арахлейских озерах уменьшилось число видов золотистых (на 40 %), как правило, обитателей чистых вод и, напротив, увеличилось число видов синезеленых (на 9 %), общепризнанных доминантов в водах, подверженных антропогенному воздействию. В озере Кенон, испытывающем тепловое и органическое загрязнение, увеличилось таксономическое разнообразие зеленых (на 7%) за счет десмидиевых, тяготеющих к более кислым водам и вольвоксовых, обитающих в богатых органикой водах. В оз. Кенон произошла смена

гидрокарбонатного класса на сульфатный, повлекшая понижение величин рН, что, по все вероятности, явилось причиной увеличения десмидиевых.

Анализ количественных параметров альгоценозов Ивано-Арахлейских озер показал, что наибольшие изменения численности и биомассы произошли в озёрах Шакша, Иван и Иргень с конца 70-х гг., в оз. Арахлей (более глубоком) с конца 80-х гг. (рис. 7).

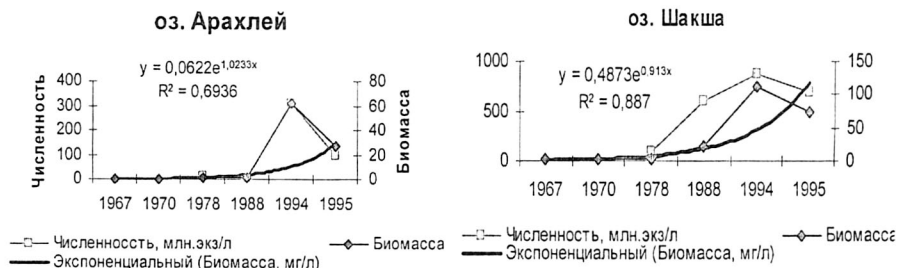


Рис. 7. Многолетние изменения численности и биомассы водорослей в Ивано-Арахлейских озёрах

С учетом водности численность и биомасса увеличилась в озерах Арахлей и Шакша в маловодные годы более чем в 30 раз; в многоводные – в 3 и 10 раз, соответственно. В озёрах Иван и Иргень в маловодные годы – в 2 и 3,5 раза; в многоводные – в 1,4 и 16 раз, соответственно. Поскольку многоводные годы хронологически находятся в начале и конце ряда наблюдений, то можно считать, что этот результат отражает ситуацию в водоёмах в целом.

Анализ растительного планктонного сообщества оз. Кенон необходимо выделить отдельно, поскольку его воды испытывают тепловое и органическое загрязнение. За почти 40-летний период, совпадающий с эксплуатацией ТЭС, показатели численности и биомассы водорослей возросли более, чем в 200 раз с учетом «цветения» вод в 1988 и 2005 годах. Без учета «цветения» в 17 и 2,5 раза, соответственно, что говорит о резком измельчании фракции растительного планктона оз. Кенон и служит ярким показателем антропогенного эвтрофирования (табл. 5).

Таблица 5

Максимальные летние значения численности и биомассы в оз. Кенон\*

Параметры	1968	1972	1986	1988	2000	2005
Численность, млн кл/л	4,0	70,0	186,0	409,6	68,4	829
Биомасса, мг/л	4,0	-	7,5	942	9,8	830

\* 1968 – данные М.И.Качаевой, 1972 – Г.Н. Спиглазоой, 1986-2005 – наши данные.

## Глава 6. ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ИССЛЕДОВАННЫХ ВОДОЁМАХ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЯ

### Интенсивность фотосинтеза

Региональной особенностью первичного продуцирования в водоёмах Восточного Забайкалья является осуществление фотосинтеза альгоценозами в подледный период. При отсутствии осадков фотосинтез наблюдается круглогодично. За период ледостава, продолжительностью более 7,5 месяцев образуется до 30 % органического вещества от годовой суммы (Бондарева, 1974; Оглы, 1985, 1993).

С конца 70-х годов зимний фотосинтез регистрировался нерегулярно за счет того, что водоёмы стали покрываться снегом. Круглогодично фотосинтез наблюдался в Краснокаменском вдхр., расположенном на юго-востоке Забайкалья в аридном климате, и в оз. Кенон – подогреваемом сбросными водами ТЭС, в котором имеется незамерзающая полынья. Наибольшее количество органического вещества подо льдом синтезировалось на «Термальной» станции вблизи сброса подогретых вод ТЭС – 42 %, в среднем по озеру - 30,7 % (табл. 6).

Таблица 6

Первичная продукция (А) и деструкция (R) органического вещества  
в оз. Кенон в 1986 г. в г О<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>

Даты	Станции					
	Термальная		Центральная		Спасательная	
	А	R	А	R	А	R
январь	4,0	2,7	8,2	13,0	10,0	9,3
февраль	6,3	1,66	12,8	12,3	6,7	0,7
март	7,0	2,66	10,0	10,0	3,0	15,3
май (1 половина)	0,7	12,0	6,7	3,3	5,0	5,7
май (2 половина)	-	-	6,0	15,0	-	-
июнь	0,8	8,3	1,7	30,7	6,0	17,3
июль	5,3	8,7	2,3	26,0	16,7	1,0
август (1 половина)	4,3	2,0	2,0	23,2	10,0	3,0
август (2 половина)	18,0	8,3	13,3	16,7	17,7	0,3
сентябрь (1полов.)	2,7	8,7	16,7	7,0	10,7	8,7
сентябрь (2 полов.)	3,0	12,7	11,7	11,7	10,0	22,0
октябрь	1,7	11,7	9,7	24,0	14,0	16,0
декабрь	10,3	9,3	6,3	30,0	3,3	33,3
Сумма/год	64,1	88,72	117,4	222,9	113,1	132,6
В том числе подо льдом (I, II, III, XII) / % от года	27,6 (42 %)	16,32 (10,4 %)	37,3 (32%)	65,3 (29%)	23,0 (20%)	58,6 (44%)

Весной, начиная с марта – апреля происходила активизация процессов первичного продуцирования во всех водоёмах.

Летом и в начале осени в целом наблюдались наибольшие показатели первичной продукции планктона во всех водных экосистемах кроме оз. Зун-Торей, в котором была отмечена длительная летняя депрессия, соответствовавшая депрессии развития водорослей, которая была обусловлена низкой прозрачностью вод.

Осенью в большинстве водоёмов наблюдалось снижение процессов фотосинтеза.

Оптимальный слой фотосинтеза в исследованных водоемах располагался как у поверхности, так и на глубине, равной 0,5...1 прозрачности, во втором случае высокая солнечная радиация подавляла фотосинтез у поверхности воды.

В целом фотосинтез регистрировался до дна, что составляет 2-3 прозрачности, что обуславливается интенсивной солнечной инсоляцией, характерной для Забайкалья (рис. 8).

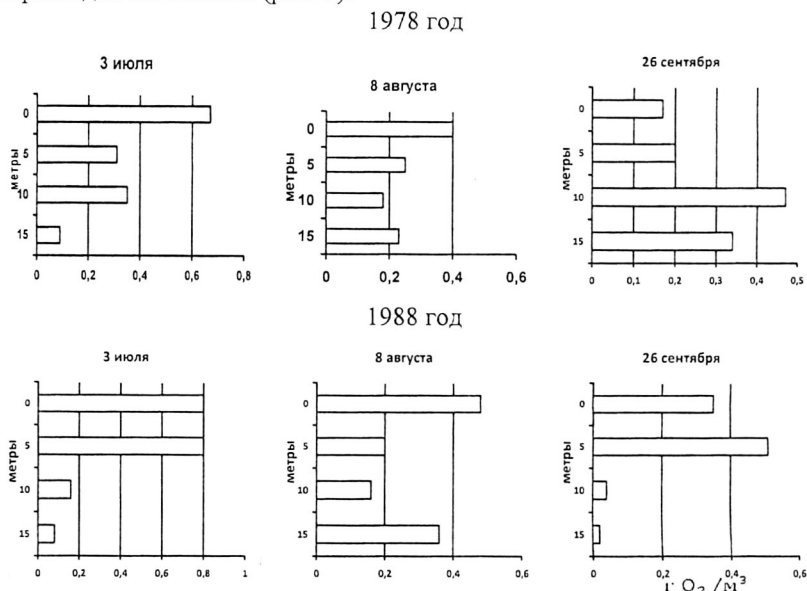


Рис. 8. Вертикальное распределение продукции в оз. Арахлей в г  $O_2/m^3$

За год в исследованных водных экосистемах образовывалось от 839 до 4234 ккал/ $m^2$  органического вещества (табл. 7).

Годовая продукция модельных для данного региона Ивано-Арахлейских озер была выше средних за год суточных значений фотосинтеза в 244 - 278 раз, это в среднем составляет 250 раз, что определяется подледным фотосинтезом, более высокой летней температурой и интенсивной инсоляцией в регионе (см. табл. 7).

Таблица 7

Показатели функционирования растительных планктонных сообществ в Ивано-Арахлейских озерах  
(модельных для Восточного Забайкалья)

Озера	Годы	$\Sigma A$	$\Sigma \Sigma A$	Chl «a»	P/B <sub>сут.</sub>	P/B <sub>год.</sub>	$\Sigma \Sigma R$	$\Sigma \Sigma A / \Sigma \Sigma R$	$\Sigma \Sigma A - \Sigma \Sigma R$
Арахлей	1977	-	3440	-	-	-	9010	0,38	- 5570
Арахлей	1978	14,98	1865	-	1,39	179	3745	0,50	- 1880
Арахлей	1979	-	3962	-	-	-	14979	0,26	- 11017
Арахлей	1988	10,84	4234	$\frac{0,3 - 4,2}{2,2}$	1,17	374	7388	0,57	- 3154
Шакша	1977	-	1823	-	-	-	3060	0,60	- 1237
Шакша	1978	15,08	2458	-	1,38	129	1970	1,25	+ 488
Шакша	1979	-	900	-	-	-	1970	1,25	- 1070
Шакша	1988	4,56	1780	$\frac{0,25 - 12,1}{5,5}$	0,04	18	3395	0,52	- 1615
Иргень	1977	-	2028	-	-	-	4730	0,43	- 2702
Иргень	1978	13,92	1367	-	0,10	10	2320	0,59	- 953
Иргень	1979	-	332	-	-	-	1520	0,22	- 1188
Иргень	1988	4,88	1903	$\frac{11,0 - 58,0}{27}$	0,29	120	1675	1,14	+ 228
Иван	1977	-	2101	-	-	-	2370	0,97	- 269
Иван	1978	7,96	839	-	1,29	141	3420	0,25	- 2581
Иван	1979	-	722	-	-	-	2170	0,33	- 1448
Иван	1988	6,42	2505	$\frac{2,6 - 30,2}{11,4}$	0,18	111	1711	1,46	+ 794

Примечания:  $\Sigma A$  - суточная и  $\Sigma \Sigma A$  - годовая продукция,  $\Sigma R$  - суточная и  $\Sigma \Sigma R$  годовая деструкция, ккал/м<sup>2</sup>;  
Chl «a» - хлорофилл «a», мг/м<sup>3</sup>; числитель - пределы, знаменатель - средние значения.

Баланс органического вещества, оцениваемый по соотношению  $\Sigma\Sigma A/\Sigma\Sigma R$  в годовом цикле лентических экосистем, варьировал за годы исследования от 0,22 до 1,46. Считается, что сбалансированность процессов синтеза и деструкции органического вещества наиболее характерны для мезотрофных и слабозвтрофных водоемов, где элементы минерального питания в основном автохтонного происхождения (Бульон, 1983). Повышение данного коэффициента рассматривается как увеличение трофности озер.

В исследованных водоёмах отношение  $\Sigma\Sigma A/\Sigma\Sigma R$  за период наблюдений заметно увеличилось: в оз. Иван - с 0,25 до 1,46; в оз. Иргень - с 0,43 до 1,14, что также подтверждается элементами баланса органического вещества ( $\Sigma\Sigma A - \Sigma\Sigma R$ ) в этих озерах (см. табл. 7).

### **Фотосинтетическая активность биомассы растительных планктонных сообществ**

Синхронный сбор материалов по первичной продукции и биомассе водорослей позволил рассчитать фотосинтетическую активность единицы биомассы альгоценозов (Р/В коэффициенты) за единицу времени. Суточные Р/В коэффициенты рассчитаны для всего столба воды, поскольку фотосинтез в исследованных озерах наблюдался до дна. Их величины варьировали по исследованным водоёмам от 0,007 до 81,6.

Наибольшие величины фотосинтетической активности единицы биомассы альгоценозов исследованных водоемов приходились на периоды массовой вегетации синезеленых и хлорококковых (например, в оз. Арахлей, Кенон, Баин-Цаган), т. е. в периоды преобладания в планктоне мелкоклеточных форм водорослей. В период массового развития диатомовых (Арахлей, Кенон) суточные Р/В коэффициенты снижались. Очевидно, высокие значения среднегодовых суточных Р/В коэффициентов определяются именно мелко-размерными фракциями растительных планктонных сообществ.

Годовые Р/В коэффициенты фитопланктона Ивано-Арахлейских озер и оз. Кенон варьировали в пределах 10 - 399. Самые высокие из них характеризовали озера Арахлей (374), Кенон (399). Причины, обуславливающие резкое возрастание процесса образования органического вещества в этих озерах были рассмотрены выше. Причиной высоких Р/В коэффициентов в других исследованных водоёмах очевидно является их мелководность, постоянное поступление минеральных форм азота и фосфора со дна, низкие биомассы альгоценозов и мелкие размеры их клеток. Подобное отмечалось в мелководных озерах Северо-Запада (Терешенкова, 1983). Очевидно, для водоемов Забайкалья: мелководных, с достаточным количеством биогенных элементов, высокой инсоляцией значение высоких годовых Р/В коэффициентов достаточно характерно и это было отмечено и в предыдущие годы (Бондарева, 1974).

### **Содержание хлорофилла в планктоне исследованных экосистем**

Содержание хлорофилла в планктоне является показателем функциональной активности растительного планктона и позволяет оценить продукционные возможности альгоценозов (Винберг, 1960; Бульон, 1983; Likens, 1975). Определение содержания хлорофиллов (а, в, с) в планктоне водных экосистем Восточного Забайкалья проводилось впервые.

Концентрация суммарного хлорофилла (а+в+с) в планктоне исследованных озер значительно различалась по водоемам и в целом варьировала от 2,07 до 81,2, при этом содержание хлорофилла "а" изменялось от 0,25 до 58,0 мг/м<sup>3</sup> (см. табл. 7).

Сезонная динамика содержания хлорофилла "а" в планктоне озер изменялась в соответствии с ходом сезонной динамики биомассы растительных планктонных сообществ.

Относительное содержание хлорофилла "а" в единице биомассы фитопланктона исследованных озер изменялось по озерам от 0,07 до 7,56 %.

В ходе сезонной динамики относительного содержания хлорофилла "а" по озерам отмечалась тенденция: высокое содержание хлорофилла "а" в единице биомассы зимой, уменьшение его количества весной, затем окончательный спад в конце лета и вновь увеличение осенью. Сравнение с литературными данными показывает, что сезонная динамика концентрации хлорофилла "а" в единице биомассы альгоценозов, установленная нами для озер Восточного Забайкалья, типична для мелководных водоемов, подверженных постоянному ветровому перемешиванию (Елизарова, 1974; Сенатская, 1977; Пырина и др., 1981; Авинская, 1983).

Как известно, содержание хлорофилла "а" в планктоне положено наряду с показателями интенсивности фотосинтеза в основу классификации водоемов по их продуктивности (Трифонов, 1979). При типизации трофности исследованных водоемов по содержанию хлорофилла "а" в планктоне их градация совпадала с нижней границей таковой.

### **Многолетние изменения первичной продукции**

Многолетние изменения первичной продукции в Ивано-Арахлейских озерах (см. табл. 7) и оз. Кенон сводились к увеличению интенсивности их процессов и уменьшению пиков в их сезонной динамике, что является признаками эвтрофирования водоемов. Наибольшие изменения отмечены в оз. Арахлей, где процессы образования органического вещества по сравнению с 60-70-ми годами увеличилась в пять раз, т. е. в озере резко возросла скорость оборачиваемости фитопланктона. Следует упомянуть, что в оз. Арахлей с 1977 г. производилось постоянное вселение сегов-планктофагов. В озерах Иван и Кенон первичная продукция планктона за период 1967-1988 гг. возросла более, чем в два раза. В оз. Иван сказывается влияние водосбора и интродукции рыб. В оз. Кенон наиболее отчетливо проявляются черты техногенного воздействия: здесь продукционные процессы идут достаточно интенсивно в течение всего



года, но особенно выделяется зона влияния подогретых ТЭС вод в зимний период.

## Глава 7. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД ИССЛЕДОВАННЫХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ ПО РАСТИТЕЛЬНЫМ ПЛАНКТОННЫМ СООБЩЕСТВАМ

В широко применяемой на практике системе определения качества вод по отношению к органическому загрязнению (Kolkwitz, Marsson, 1909; Макрушин, 1974; СЭВ, 1976) существует два способа: по видовому разнообразию и по показательному значению индикаторных видов.

Согласно первого способа из 737 таксонов водорослей, обнаруженных в исследованных водных экосистемах, для 158, то есть более чем для 20 % отмечена видовая принадлежность к той или иной степени сапробности. Во всех типах водных экосистем встречаются индикаторные организмы с большим интервалом сапробности – от ксено до полисапробности. Наибольшее их количество – 56 % относится к  $\beta$ -мезосапробной зоне. Следовательно, по данному показателю альгофлоры все исследованные водные экосистемы можно считать умеренно загрязненными (рис. 9).

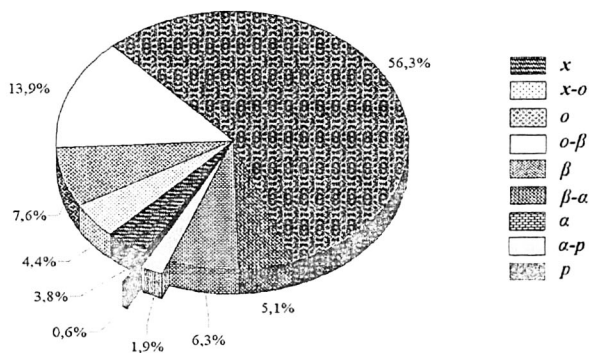


Рис. 9 . Индикаторные организмы водорослей в водных экосистемах Восточного Забайкалья

Согласно второго способа по обилию и показательным значениям видов-сапробионтов качество воды было рассчитано двумя методами – по Зелинке и Марвану и по Пантле и Буку. Оказалось, что как по первому, так и по второму методу все водные экосистемы попадают в  $\beta$  -мезосапробную зону, то есть класс умеренного загрязнения вод.

Как правило, на практике качество вод определяется биологическим методом для одной или нескольких водных экосистем и исследователя удовлетворяет полученный результат. В нашем случае определялось качество

вод 31-го разнотипного водоёма и водотока, расположенных в различных природных зонах, обладающих разным химическим составом, подверженных различному антропогенному воздействию. Поэтому полученные однообразные данные показались нам не убедительными, а систему сапробности не работающей в описываемом регионе.

Для достижения цели - определения качества вод, была использована эколого-санитарная классификация поверхностных вод суши, т.е. по показателям структуры и функционирования фитопланктоценозов (Оксиюк, Жукинский и др., 1993). При использовании всех показателей структуры и функционирования водорослей оказалось, что градации их величин практически не соответствуют категориям класса вод, то есть по разным показателям определяется и разный класс качества вод. Мы поддерживаем мнение авторов классификации, что основным показателем при определении качества вод является биомасса.

Градации величин биомассы хорошо увязываются и с категориями трофности, поскольку трофность водных объектов зависит от степени развития водорослей. Таксономический состав и численность являются менее надёжными показателями. Число видов водорослей в растительных планктонных сообществах во многом определяется количеством отобранных проб и тщательностью их идентификации. Численность же зависит от размеров клеток водорослей.

В нашем случае олиготрофные водоёмы попадают в I – III градации классов вод, мезотрофные – в IV класс, евтрофные - в V - VI классы, гипертрофные – в VII - IX классы (табл. 8).

Многолетние изменения параметров качества вод в водных экосистемах Забайкальского края сводятся к снижению их качества (увеличению трофности) (см. табл. 8). Ивано-Арахлейские озёра испытали значительную нагрузку в 70 – 80-е годы. Причиной резкого роста количественных показателей альгоценозов, а отсюда и качества вод в Ивано-Арахлейских озерах на наш взгляд являются: 1) подрыв кормовой базы вследствие постоянной интродукции сигов-планктофагов. Подобная ситуация характерна для озёр с усиленным искусственным прессом рыб (Лаврентьева, Алексеев и др., 1991); 2) увеличение рекреационной нагрузки на данные водоёмы за последние 20 лет, что явилось дополнительной нагрузкой органического загрязнения на водоёмы (Соловова, 1994); 3) Продолжают действовать источники сельскохозяйственного загрязнения: это распахиwanie земель возле уездов озёр, животноводство. Например, даже в случае закрытия животноводческой фермы на берегу оз. Иван, эта ферма остаётся источником загрязнения.

Оз. Кенон продолжает испытывать антропогенную нагрузку от теплового воздействия ТЭС и от урбанизированной территории его побережий (по берегу озера проходит Транссибирская железнодорожная магистраль, нефтебаза, жилые застройки, пляж). В годы обильного выпадения осадков биогенные

Таблица 8

Оценка качества вод водных экосистем Восточного Забайкалья по отношению к органическому загрязнению по биомассе водорослей

Бассейн	Водоемы и водотоки	Био-масса, г/м <sup>3</sup>	Трофический тип (по биомассе)	Разряды качества вод и состояние водоема
Байкало-Енисейский	оз. Арахлей, 1978	0,80	олиготрофный	III, чистое
	оз. Арахлей, 1988	0,69	олиготрофный	III, чистое
	оз. Арахлей, 1994	61	гипертрофный	VIII, очень грязное
	оз. Арахлей, 1995	17,8	гипертрофный	VII, грязное
	оз. Шакша, 1978	3,65	эвтрофный	VI, загрязненное
	оз. Шакша, 1988	22,92	гипертрофный	VIII, очень грязное
	оз. Шакша, 1994	112,4	гипертрофный	IX, предельно грязное
	оз. Шакша, 1995	73,4	гипертрофный	VIII, очень грязное
	оз. Иргень, 1978	62,80	гипертрофный	VIII, очень грязное
	оз. Иргень, 1988	7,07	гипертрофный	VI, загрязненное
	оз. Иван, 1978	1,60	мезотрофный	IV, удовлетворительной чистоты
	оз. Иван, 1988	9,14	эвтрофный	VI, загрязненное
	оз. Иван, 1995	2,97	мезотрофный	V, слабо загрязненное
	оз. Белое	21,69	гипертрофный	VII, грязное
	оз. Былое	21,44	гипертрофный	VII, грязное
	оз. Болванка	4,21	эвтрофный	V, слабо загрязненное
	оз. Карась	11,68	гипертрофный	VII, грязное
	оз. Гусиное	0,23	олиготрофный	II, очень чистое
	оз. Дедулино	0,17	олиготрофный	II, очень чистое
	оз. Малый Ундугун	4,16	эвтрофный	V, слабо загрязненное
Бессточный	оз. Галунда	0,19	олиготрофный	II, очень чистое
	оз. Барун-Торей	0,04	олиготрофный	I, предельно чистое
	оз. Зун-Торей	0,46	олиготрофный	II, очень чистое
	оз. Цаган-Нор	0,28	олиготрофный	II, очень чистое
	оз. Баин-Булак	6,76	эвтрофный	VI, загрязненное
Ле-ны	оз. Баин-Цаган	0,31	олиготрофный	II, очень чистое
	оз. Больш. Леприндо	0,06	олиготрофный	I, предельно чистое
Амурский	оз. Малое Леприндо	0,04	олиготрофный	I, предельно чистое
	оз. Кенон, 1985	1,09	мезотрофный	IV, удовлетворительной чистоты
	оз. Кенон, 1986	1,97	мезотрофный	IV, удовлетворительной чистоты
	оз. Долгое	0,19	олиготрофный	II, очень чистое
	оз. Длинное	0,36	олиготрофный	II, очень чистое
	оз. Кружало	0,90	олиготрофный	III, чистое
	оз. Китайское	0,56	олиготрофный	III, чистое
	оз. Корчажное	1,14	мезотрофный	IV, удовлетворительной чистоты
	р. Амур	0,95	олиготрофный	III, чистое
	р. Аргунь	1,13	мезотрофный	IV, удовлетворительной чистоты
	р. Шилка	0,6	олиготрофный	III, чистое
	Краснокаменское в.	1,35	мезотрофный	IV, удовлетворительной чистоты
	Харанорское вдхр	3,8	эвтрофный	V, слабо загрязненное

элементы с водосбора поступают в озеро, вызывая его «цветение», как это происходило в 1988 и 2005 годах.

## ВЫВОДЫ

1. В составе растительных планктонных сообществ внутриконтинентальных водных экосистем Восточного Забайкалья (25 озёрах, двух водохранилищах и четырех реках) обнаружено суммарно 737 внутривидовых (и 632 видовых) таксонов водорослей из 149 родов, 53 семейств, 26 порядков и 14 классов, относящихся к 8 отделам: синезеленые - 103, золотистые - 34, диатомовые - 336, желтозеленые - 5, криптофитовые - 5, динофитовые - 4, эвгленовые - 22, зеленые - 228.

2. Для данного региона впервые приводятся 439 таксонов рангом ниже рода из 66 родов, являющихся представителями 7 отделов: синезеленые - 5; золотистые - 2; диатомовые - 19; криптофитовые - 2; динофитовые - 1; эвгленовые - 2; зеленые - 35.

3. Установлено, что флора планктона разнотипных водных экосистем Восточного Забайкалья типична для внутриконтинентальных водоёмов и водотоков умеренных широт. Общий видовой состав и доминанты растительных планктонных сообществ носят смешанные черты: они представлены видами, характерными для северных широт с преобладанием диатомовых (45,5 %) и в то же время носят черты альгоценозов средних широт со значительным разнообразием зеленых (30,9 %) и синезеленых (14 %) водорослей.

4. Эколого-географический анализ видowego состава растительных планктонных сообществ позволил установить общие черты, характерные для альгофлоры исследованных внутриконтинентальных водных экосистем Восточного Забайкалья. К ним относятся: разнородный по отношению к солености воды состав, высокий удельный вес видов-индифферентов (66 %); преобладание космополитных (91 %), планктонных и литоральных форм (72 %).

5. Оценивая роль абиотических факторов на структуру растительных планктонных сообществ следует отметить, что региональные природные особенности в его формировании (таксономический состав, видовое разнообразие, численность и биомасса) играют меньшую роль по сравнению с морфометрией и сопряженной с ней гидрологией водоёмов и водотоков, а также гидрохимией, которые и формируют основные определяющие черты альгоценозов водных экосистем Восточного Забайкалья.

6. Доминирующее структурообразующее значение в создании таксономической структуры, численности и биомассы растительных планктонных сообществ в водных экосистемах Восточного Забайкалья принадлежит трём отделам водорослей: синезеленому, диатомовому и зеленому, что составляет более 90% от общего числа обнаруженных таксонов водорослей.

7. Количественные показатели растительных планктонных сообществ водных экосистем Восточного Забайкалья варьируют в широких пределах: численность от 250 тыс. до 3,9 млрд. кл./л, биомасса – от 0,04 до 112,4 мг/л. При высокой вариабельности этих значений видовое разнообразие в водоёмах и водотоках невелико. Индекс Шеннона для всех водоёмов и водотоков изменялся в пределах – 0,58...2,24. Установлено, что значительные колебания количественных параметров обусловлены развитием доминирующих видов, которые занимают в таксономической структуре фитопланктона менее десятой части.

8. Природные условия (высокая радиация и большое количество дней солнечного сияния) и мелководность водоёмов Восточного Забайкалья обуславливают региональные особенности функционирования водорослей в водоёмах: круглогодичное продуцирование органического вещества (в подледный период образуется до 30% органического вещества), фотосинтез, наблюдающийся до дна водоёмов и высокую фотосинтетическую активность биомассы.

9. Диапазон варьирования функциональных показателей растительных планктонных сообществ составил несколько порядков (показатели суточного фотосинтеза изменяются от 0,08 до 4,30 г  $O_2$  /м<sup>2</sup>, годового фотосинтеза – от 722 до 4234 ккал/м<sup>2</sup>, содержание хлорофилла «а» от 0,25 до 58 мг/м<sup>3</sup>, суточные значения Р/В-коэффициентов от 0,007 до 81,6, годовые Р/В-коэффициенты от 10 до 472), что является характерной чертой водоёмов Восточного Забайкалья: мелководных, с достаточным количеством биогенных элементов и высокой инсоляцией в регионе.

10. Многолетние исследования на модельных для данного региона Ивано-Арахлейских озерах позволили выявить закономерность в первичном продуцировании органического вещества, заключающуюся в том, что годовая продукция в 250 раз выше средних за год суточных значений.

11. По анализу многолетних флористических наблюдений следует выделить антропогенный фактор, как основную причину сукцессионных изменений в альгоценозах водоёмов Восточного Забайкалья. В этих экосистемах происходят изменения в структуре растительных планктонных сообществ: в Ивано-Арахлейских озерах уменьшилось число видов золотистых – обитателей чистых вод и увеличилось число видов синезеленых – показателей возрастающей эвтрофикации; происходит переход от полидоминантных ценозов к монодоминантным с резким возрастанием удельного веса доминантов в средней за год общей биомассе водорослей; уменьшается количество пиков в сезонной динамике показателей обилия водорослей и первичной продукции, что также свидетельствует о повышающейся эвтрофикации водоёмов; наблюдается регулярное массовое развитие водорослей, достигающее стадий «цветения» и «гиперцветения».

12. Качество вод водных экосистем Восточного Забайкалья, определенное по биомассе водорослей оценивается классами от предельно чистых до грязных вод. Наиболее загрязненными являются водоёмы бассейна оз. Байкал.

Современное состояние больших озер и большинства малых этого бассейна оценивается VII - IX классами – грязных вод. Предельно чистыми являются озера Ленского бассейна (I класс). Состояние водоёмов и водотоков Амурского бассейна и бессточной области оценивается классами от чистых до загрязненных вод (I - VI классы).

## **ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Монографии, разделы в монографиях**

1. Эвтрофирование малых водохранилищ / под ред. О.М. Кожовой. - Новосибирск: Наука, 1985. – 160 с.
2. Содовые озера Забайкалья. Экология и продуктивность / под ред. А.Ф. Алимова А.Ф. - Новосибирск: Наука, 1991. - 215 с.
3. Экология городского водоема / под ред. О.М. Кожовой, М.Ц. Итигиловой - Новосибирск: СО РАН, 1998. – 206 с.
4. Биоразнообразие водных экосистем Забайкалья. Видовая структура гидробиоценозов озер и рек горных территорий / под ред. Л.И. Локоть – Новосибирск: изд-во СО РАН, 1998. – 190 с.
5. Оглы, З.П. Видовое разнообразие водных экосистем Забайкалья. Каталог водорослей Верхне-Амурского бассейна / З.П. Оглы, М.И. Качаева - Новосибирск.: СО РАН, 1999. - 92 с.
6. Водные ресурсы Читинской области: реализация региональной водохозяйственной политики (1998-2003 гг.) / под ред. В.Н. Заслоновского – Екатеринбург; Чита: РосНИИВХ, 2004. – 105 с.
7. Энциклопедия Забайкалья. Читинская область / под. ред. Р.Ф. Гениатулина – Новосибирск: Наука, 2000 – 2006. 4 т.
8. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Читинской области за 2006-2007 годы» / под ред. Ю.М. Овешникова – Чита: Экспресс-типография, 2008. – 161с.

### **Работы, опубликованные в рецензируемых изданиях**

9. Оглы, З.П. Фитопланктон в системе гидробиологического мониторинга Ивано-Арахлейских озер (Центральное Забайкалье) / З.П. Оглы // Доклады Академии Наук, т. 364, 1999. – №2. - С. 235-242.
10. Эвтрофирование городского водоема под влиянием тепловой электрической станции в условиях резко континентального климата / В.Н. Заслоновский, З.П. Оглы [и др.] // Водное хозяйство России, т. 6, 1999. - № 2. - С. 163 – 175.
11. Оглы, З.П. Эколого-географическая характеристика фитопланктона разнотипных водных экосистем Восточного Забайкалья / З.П. Оглы // Вестник БГУ. Сер. 3. – Улан-Удэ, 2006. – Вып. 7 – С. 231-235.

12. Оглы, З.П. Структура фитопланктона разнотипных водоемов Восточного Забайкалья / З.П. Оглы // Водное хоз-во России. – 2006. - №5. – С. 94-103.

13. Оглы, З.П. Показатели продуктивности фитопланктона в водоёмах Забайкальского края / Оглы, З.П. // Научные проблемы использования и охраны природных ресурсов России. Изв. Самарского научн. центра РАН. – 2009. - №.1(3). – С. 327-331.

14. Оглы, З.П. Пространственно-временная характеристика фитопланктона водных экосистем Забайкальского края / Оглы, З.П. // Научные проблемы использования и охраны природных ресурсов России. Изв. Самарского научн. центра РАН. – 2009. - №.1(3). – С. 332-335.

15. Анисимова, Е.Г. Оценка качества вод внутриконтинентальных водных экосистем по фитопланктону (Забайкальский край) /Анисимова, Е.Г., Оглы, З.П. // Научные проблемы использования и охраны природных ресурсов России. Изв. Самарского научн. центра РАН. – 2009. - №.1(3). – С. 279-283.

#### **Работы, опубликованные в академических и других изданиях**

16. Оглы, З.П. Формирование фитопланктона одного из водохранилищ степной зоны Забайкалья / З.П. Оглы // Круговорот вещества и энергии в водоемах: тез. докл. 4 Всес. совещ. лимнологов на Байкале. Иркутск: ЛИН СО АН СССР, 1977. Вып. 1. - С. 105-106.

17. Оглы, З.П. Продукция фитопланктона и деструкция органического вещества Краснокаменского водохранилища / З.П. Оглы // Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования: сб. научн. тр. Красноярск: СибрыбНИИпроект, 1978. – С. 273-274.

18. Оглы, З.П. Альгофлора как показатель сапробности Краснокаменского водохранилища / З.П. Оглы // Круговорот вещества и энергии в водоемах: тез. докл.5 Всес. совещ. лимнологов на Байкале. Иркутск: ЛИН СО АН СССР, 1981.Вып. 1. - С.120-121.

19. Оглы, З.П. Продукция фитопланктона и деструкция органического вещества в оз. Арахлей (Центральное Забайкалье) / З.П. Оглы // Круговорот вещества и энергии в водоемах: тез. докл.5 Всес. совещ. лимнологов. Иркутск: ЛИН СО АН СССР, ВГБО, 1981.- Вып. 1. - С. 101-102.

20. Оглы, З.П. Фитопланктон, первичная продукция и деструкция органического вещества в озерах Центрального Забайкалья / З.П. Оглы // Круговорот вещества и энергии в водоемах: материалы 6 Всесоюзн. лимнологич. совещ. Иркутск: ЛИН СО АН СССР, ВГБО, 1985. - Вып. 2 – С. 68-70.

21. Оглы, З.П. Особенности развития фитопланктона, первичной продукции и деструкции органического вещества в Ивано-Арахлейских озерах / З.П. Оглы // Особенности развития фитопланктона в рыбохозяйственных водоемах различного типа: тр. ГосНИОРХа. Л., 1987 - № 265. - С. 84-94.

22. Оглы, З.П. Фитопланктон озер Байкальской рифтовой зоны / З.П. Оглы // Проблемы экологии Прибайкалья: тез. 3 Всесоюзн. конф. - Иркутск: ВГБО АН СССР, 1988. - С. 115.

23. Оглы, З.П. К вопросу о фитопланктоне и его характеристиках в оз. Арахлей / З.П. Оглы // Трофические связи и продуктивность водных сообществ: материалы 3 симп. Чита: ЧИПР СО РАН, 1989. - С.106-107.

24. Оглы, З.П. Снижение уровня эвтрофирования оз. Кенон как один из путей его спасения / З.П. Оглы // Проблемы природопользования в Забайкалье: тез. докл. обл. конф. Чита, 1989. - С. 87-88.

25. Оглы, З.П. Фитопланктон водоема-охладителя ТЭС верховья Амура / З.П. Оглы // Геоэкология и природные ресурсы бассейна Верхнего Амура: проблемы изучения и освоения: тез. Междунар. конф. Чита: ЧИПР СО РАН, 1991. - С. 96-98.

26. Опыт наблюдения процессов формирования водохранилищ в бассейне р. Амур / Локоть, Л.И. [и др.] // Геоэкология и природные ресурсы бассейна Верхнего Амура: проблемы изучения и освоения: тез. Междунар. конф. Чита: ЧИПР СО РАН, 1991. - С. 90-94.

27. Некоторые итоги гидроэкологических исследований в Забайкалье / Т.А. Стрижова [и др.] // Природные ресурсы Забайкалья: сб. научн. тр. Новосибирск: изд-во СО РАН, 1991. - С. 155-174.

28. Современные гидробиологические исследования рек верхнего. Амура / Т.А. Стрижова [и др.] // тез. докл. 6 Всес. съезда гидробиологов. Мурманск, 1991 С. 76.

29. Оглы, З.П. Фитопланктон разнотипных озер Забайкалья : автореф. дис. канд. биол. наук 03.00.16 / Оглы Зоя Петровна. СПб., 1993. - 24 с.

30. Оглы, З.П. Многолетние исследования фитопланктона озер Центрального Забайкалья / З.П. Оглы // География и экология Забайкалья: зап. Русск. Геогр. о-ва. Чита, 1994. - Вып.128. Ч.1. - С.79-82.

31. Оглы, З.П. Итоги многолетних наблюдений за первичной продукцией органического вещества Ивано-Арахлейских озер / З.П. Оглы, Е.И. Назарова // География и экология Забайкалья: зап. Русск. Геогр. о-ва. Чита, 1994. - Вып.128. Ч.1 - С. 82-85.

32. Современная гидробиологическая характеристика оз. Кенон / М.Ц. Итигилова [и др.] // География и экология Забайкалья: зап. Русск. Геогр. о-ва. Чита, 1994. - Вып.128. Ч. 2. - С. 53-56.

33. Оглы, З.П. Многолетние наблюдения за фитопланктоном озер Центрального Забайкалья / З.П. Оглы // Проблемы экологии Прибайкалья: материалы Междунар. конф. Новосибирск: Наука, 1995. - С. 177-186.

34. Оглы, З.П. Структура фитопланктоценозов лимнических систем Забайкалья / З.П. Оглы // Закономерности строения и эволюции геосфер: материалы 3 Междунар. междисциплинар. научн. симп. Владивосток; Хабаровск: ДВНЦ, 1996. - С. 47-50.



35. Оглы, З.П. К вопросу альгологических исследований в Забайкалье / З.П. Оглы, Е.И. Назарова // Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья: материалы Междунар. конф. Чита: БНЦ СО РАН, 1997. – С. 16-18.
36. Оглы, З.П. Фитопланктон Харанорского водохранилища / З.П. Оглы // Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья: материалы Междунар. конф. Чита: БНЦ СО РАН, 1997. – С. 106-107.
37. Оглы, З.П. Эколого-географическая характеристика фитопланктона разнотипных озер Забайкалья / З.П. Оглы // Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья: материалы Междунар. конф. Чита: БНЦ СО РАН, 1997. – С.108-110.
38. Оглы, З.П. Фитопланктон р. Аргунь / З.П. Оглы // Проблемы сохранения биоразнообразия Прибайкалья: материалы конф. Новосибирск: Наука, 1998. – С.103-104.
39. Оглы, З.П. Альгологические исследования в Восточном Забайкалье / З.П. Оглы // Ботаника на рубеже 20-21 веков: совм. тез. Съезда РБО и одноим. Междунар. конф. СПб, 1998. - С.121.
40. Оглы, З.П. Прогнозирование развития фитопланктона при строительстве Шилкинской ГЭС / З.П. Оглы, Т.А. Константинова // Проблемы прогнозирования в современном мире: тез. докл. Междунар. конф. Чита: ЧГТУ, 1999. – С. 27-29.
41. Оглы, З.П. Некоторые задачи ученых при изучении растительного биоразнообразия Забайкалья. / З.П. Оглы // Наука и образование на рубеже тысячелетий: тез. докл. Междунар. конф. Чита: ЧГТУ, 1999. - С. 49-51.
42. Оглы, З.П. Синезеленые водоросли оз. Кенон / З.П. Оглы, М.А. Грешилов // Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья: материалы Междунар. конф. Новосибирск: изд-во СО РАН, 2000. – С. 56-60
43. Оглы, З.П. Определение качества вод водоемов Восточного Забайкалья биологическим методом / З.П. Оглы, Константинова Т.А. // Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья: материалы Междунар. конф. Новосибирск: изд-во СО РАН, 2000. – С. 110-114.
44. Оглы, З.П. Содержание хлорофилла в фитопланктоне Ивано-Арахлейских озер / З.П. Оглы // Природные ресурсы Забайкалья и проблемы природопользования: материалы научн. конф. Чита: ЧИПР СО РАН, 2001. – С. 240-241.
45. Оглы, З.П. Особенности и закономерности структурной организации фитопланктона Ивано-Арахлейских озер (Забайкалье) / З.П. Оглы // тр. съезда Всерос. гидроб. о-ва РАН. Калининград: изд-во АтлантНИРО, 2001. – С. 186.
46. Медведева, Л.А. Водоросли бассейна реки Амур (Россия): Литературный обзор / Л.А. Медведева, С.Е. Сиротский, З.П. Оглы // Биогеохимические и гидроэкологические особенности экосистем бассейна реки Амур: сб. научн. тр.-Владивосток: Дальнаука. - 2001. Вып. 11. – С. 150-175
47. Оглы, З.П. Определение качества вод техногенного водоема по видовому разнообразию фитопланктона / З.П. Оглы, М.А. Грешилов // Современные

проблемы биоиндикации и биомониторинга: тез. 11 Междунар. симп. по биоиндикаторам. Красноярск: КГУ, 2002. - С. 62-63.

48. Оглы, З.П. Фитопланктон как показатель экологического состояния антропогенно измененного водоёма / З.П. Оглы // Водные ресурсы и водопользование: сб. научн. тр. - Екатеринбург; Чита: изд-во РосНИИВХ, 2003. - С. 57-63.

49. Оглы, З.П. Фитопланктон и первичная продукция малых озер Ивано-Арахлейской системы (Забайкалье) / З.П. Оглы // Водные ресурсы и водопользование: сб. научн. тр. - Екатеринбург; Чита: изд-во РосНИИВХ, 2003. - С. 64-76.

50. Оглы, З.П. Фитопланктон и первичная продукция малых озер Ивано-Арахлейской системы (Забайкалье) / З.П. Оглы // Водные ресурсы и водопользование: сб. научн. тр. - Екатеринбург; Чита: изд-во РосНИИВХ, 2005. - С. 64-76.

51. Оглы, З.П. «Цветение» воды в озере Кенон / З.П. Оглы, Е.Г. Анисимова // «Кулагинские чтения»: материалы 5 Всерос. научно-практич. конф. Чита: ЧитГУ, 2005. - С.19-23.

52. Оглы, З.П. Альгологические исследования озера Кенон (Забайкалье) / З.П. Оглы, Е.А. Анисимова, А.П. Щербатюк // «Кулагинские чтения»: материалы 5 Всерос. научно-практич. конф. Чита: ЧитГУ, 2005. - С. 23-26.

53. Оглы, З.П. Изученность водорослевых сообществ в водоемах Верхне-амурского бассейна / З.П. Оглы, Е.А. Анисимова, А.П. Щербатюк // «Кулагинские чтения»: материалы 5 Всерос. научно-практич. конф. Чита: ЧитГУ, 2005. - С. 40-44.

54. Оглы, З.П. Изменение структуры фитопланктона при гидробиологическом мониторинге Ивано-Арахлейских озер (Забайкалье) / З.П. Оглы // Чистая вода России: тез. 8 Междунар. симп. Екатеринбург: РосНИИВХ, 2005. - С. 72-73.

55. Оглы, З.П. Оценка метода биологического определения качества вод на практике // Чистая вода России: тез. 8 Междунар. симп. Екатеринбург: РосНИИВХ, 2005. - С. 71-72.

56. Оглы, З.П. Межгодовые изменения численности и биомассы фитопланктона в озёрах Центрального Забайкалья / З.П. Оглы // Водные ресурсы и водопользование: сб. научн. ст. Екатеринбург; Чита: изд-во РосНИИВХ, 2007. - С. 36-42.

57. Оглы, З.П. К вопросу эвтрофирования озера Кенон (Забайкалье) / Оглы, З.П., Анисимова, Е.Г. // Водное хозяйство России. - № 2. - 2008. - С.93 - 99.

Сдано в производство 16.11.2009 г.

Уч.-изд. л. 2,6

Тираж 120 экз.

Усл. печ. л. 2,4

Заказ № 150

---

Читинский государственный университет  
672039, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30

---

РИК

